



ENCYCLOPÉDIE-RORET.

ALLUMETTES CHIMIQUES,

POUDRE-COTON,

AMORCES FULMINANTES.



PARIS.

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, N° 10 BIS.

arbitrales, soit en matières civiles
enant les principes, les lois nou-
ervenues depuis la publication de
es qui concernent l'arbitrage, etc.,
consulte. 1 vol. in-8. 8 fr.

rts, ou Traité des matières civiles,
stratives, donnant lieu à des exper-
. CH. VASSEROT, avocat à la Cour
ol. in-8. 6 fr.

le paix, ou Traité des fonctions
uges de paix, des Greffiers et Huis-
ribunal, avec des formules et des
es qui dépendent de leur minis-
SSEUR, ancien jurisconsulte, et M.
6 fr.

1 vol. in-18. (*V.* page 19.) 3 fr. 50
joints, Préfets, Conseillers de pré-
nicipaux, Juges de paix, Commis-
Instituteurs, Pères de famille, etc.,
président à la Cour impériale de

sur les traits d'intelligence, d'adresse, de courage, de bonté, d'attachement, de reconnaissance, etc., des animaux de toute espèce, ornés de gravures, par A. ANTOINE. 2 vol. in-12. 2e édition. 3 fr.

Aquarelle (L'), ou les Fleurs peintes d'après la méthode de M. REDOUTÉ, par M. PASCAL, contenant des notions de botanique à l'usage des personnes qui peignent les fleurs, le dessin et la peinture d'après les modèles et la nature. In-4 orné de planches noires et coloriées. 4 fr. 50

Aquarelle-miniature perfectionnée, reflets métalliques et chatoyants, et peinture à l'huile sur velours, par M. SAINT-VICTOR. 1 vol. grand in-8, orné de 15 planches, dont 7 peintes à la main. 12 fr.

Collection unique de 16 sujets peints à la main à la manière dite **Aquarelle-miniature**, par le chevalier BEAUVALET DE SAINT-VICTOR, 8 livr. in-4, avec texte pour exécuter les dessins. 30 fr.

Arithmétique des demoiselles, ou Cours élémentaire d'arithmétique en 12 leçons, par M. VANTENAC.

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

ALLUMETTES CHIMIQUES,

COTON ET PAPIER-POUDRE,

POUDRES ET AMORCES FULMINANTES.

AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'*Encyclopédie-Roret* leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il portera, à l'avenir, la signature de l'Éditeur.

ERRATUM.

Page 144, ligne 4, *pl.* II, lisez : *fig.* 2.

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

POUR LA FABRICATION

DES

ALLUMETTES CHIMIQUES,

DU

COTON ET PAPIER-POUDRE,

DES

POUDRES ET AMORCES FULMINANTES,

Des Dangers inhérents à ces fabrications, des Accidents et des Maladies qu'elles produisent; des Mesures administratives et hygiéniques qu'elles réclament.

PAR LE DOCTEUR THÉOPHILE ROUSSEL.

Ouvrage orné de Figures.

PARIS,
A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, 10 BIS.
1848.



AVIS DE L'ÉDITEUR.

Nous avons réuni dans ce volume plusieurs mémoires de M. le docteur Théophile Roussel, dans lesquels sont traitées des questions entièrement nouvelles, et qui paraîtront dignes d'attention au double point de vue de l'hygiène publique et de la technologie.

Le premier de ces mémoires, relatif à la *fabrication des allumettes chimiques et à quelques points importants de la fabrication du phosphore*, a été publié en grande partie dans les numéros d'avril, juin et août 1846, du *Technologiste* (1). L'industrie des allumettes à friction,

(1) *Le Technologiste*, ou *Archives des Progrès de l'Industrie française et étrangère*, publié par une société de savants et de praticiens, sous la direction de M. MALEPEYRE. Ouvrage utile aux manufacturiers, aux fabricants, aux chefs d'ateliers, aux ingénieurs, aux mécaniciens, aux artistes, etc., etc., et à toutes les personnes qui s'occupent d'arts industriels. 8e année. Prix : 18 fr. par an pour Paris, 21 fr. pour la province, et 24 fr. pour l'Etranger.

Chaque mois il paraît un cahier de 48 pages in-8°, grand format, renfermant des figures en grande quantité, gravées sur bois et sur acier.

malgré l'importance qu'elle a prise dans ces dernières années, était demeurée jusque-là inaperçue, et, pour ainsi dire, dédaignée des observateurs; en France, elle ne figurait pas même dans la liste des arts insalubres. Les recherches de M. Roussel, accueillies par la presse française et étrangère, traduites en entier dans le recueil technologique le plus répandu de l'Allemagne (1), ont, en éveillant l'attention endormie, provoqué des études et des discussions (2) qui ajoutent encore à l'intérêt du sujet, et qui rendaient nécessaire une édition nouvelle du mémoire publié dans le *Technologiste*.

La question du *coton-poudre* est peut-être la plus sérieuse de celles qui ont surgi au milieu

(1) *Polytechnisches Journal*, de J. G. Dingler et E. M. Dingler. Stuttgart, Tom. C, pag. 69, et tom. CII, pag. 313, 374.

(2) La controverse a porté principalement sur l'influence que les vapeurs phosphorées exercent sur la santé des ouvriers. Les recherches de M. Théophile Roussel, sur ce point, ont été l'objet d'un mémoire particulier, présenté à l'Académie des Sciences le 16 février 1846, inséré dans les cahiers de mars et mai de la *Revue médicale*, et publié par Labé, libraire de la Faculté de Médecine, sous ce titre : *Recherches sur les maladies des ouvriers employés à la fabrication des allumettes chimiques*.

du mouvement scientifique de l'année qui vient de s'écouler. Cependant, après un engouement passager, il semble que l'incertitude n'ait fait que s'accroître touchant la valeur réelle de ce produit et ses applications possibles. Aussi une œuvre des plus utiles en ce moment était-elle de recueillir avec soin tous les éléments de la question, de les disposer avec méthode, de les juger avec calme et impartialité. C'est dans ces vues qu'a été composé le mémoire de M. Roussel. L'auteur a exposé d'abord l'état présent de nos connaissances touchant la composition et la nature des produits pyroxyliques, leurs propriétés balistiques, leurs applications à la pyrotechnie, à l'industrie, à l'exploitation des mines et des carrières; leur préparation, et les accidents auxquels cette préparation peut donner lieu; les accidents non moins graves qui peuvent résulter du maniement du coton-poudre et de son emploi dans les armes à feu. Enfin, l'auteur s'est préoccupé des causes de ces divers accidents, des moyens de les prévenir, et des moyens de distinguer le *coton-poudre* du coton proprement dit, non-seulement dans l'usage ordinaire, mais encore

dans les cas où il y aurait lieu à procéder à une expertise judiciaire.

Aux deux mémoires dont il vient d'être question, M. Théophile Roussel a joint des recherches étendues sur un sujet bien digne de l'attention des hygiénistes. Tout le monde sait quel développement a pris la fabrication des *amorces fulminantes*, depuis que les fusils à piston ont été adoptés pour les armes de guerre. Or, ce que tout le monde sait moins, c'est que la fabrication dont il s'agit est, de toutes les industries, non-seulement l'une des plus insalubres, mais encore la plus dangereuse. Signaler ces dangers, rappeler en peu de mots les moyens que la science offre aujourd'hui pour les prévenir, tel est l'objet du mémoire qui termine ce volume.

ALLUMETTES CHIMIQUES.



INTRODUCTION.



Avant 1830, la fabrication des allumettes chimiques ne constituait pas encore une industrie, à proprement parler. A Paris, elle n'occupait pas cent personnes. Concentrée presque entièrement dans le faubourg Saint-Marceau, elle faisait vivre quelques familles misérables qui n'avaient à leur disposition que des instruments grossiers. La pauvreté de ces fabricants était telle, qu'on en comptait deux ou trois à peine qui achetassent à *la voie* le bois nécessaire à leur fabrication. Les autres étaient réduits à colporter chaque matin le produit du travail de la veille, pour le vendre aux débitants et pouvoir, avec l'argent qu'ils recevaient en échange, rapporter chez eux leur hotte pleine de bois (1), pour le travail de la journée.

Le manque d'une machine à débiter, qui permît de

(1) Ces détails sont extraits d'une lettre de M. Contamin (frère de l'inventeur d'une machine à débiter le bois pour les allumettes), adressée à M. Payen, et dont cet illustre chimiste a bien voulu me donner communication.

fabriquer économiquement les baguettes ou tiges d'allumettes, opposait un obstacle insurmontable au développement de l'industrie dont nous parlons. Ce travail préliminaire se faisait à la main avec des outils dont le maniement occasionait aux ouvriers de fréquentes blessures. En 1829, l'invention d'une machine (1) à débiter, simple et d'un prix peu élevé, commença à donner l'essor à l'industrie des allumettes. Cette machine, imaginée par M. Contamin, coupait les tiges en prismes presque parfaits, et avec une telle facilité qu'un seul ouvrier, assisté d'une *botteleuse*, put dès-lors, sans danger et sans trop de fatigue, faire par jour 600 bottes de 1,800 à 2,000 allumettes chacune, tandis qu'auparavant un bon ouvrier et une botteleuse expéditive ne pouvaient faire, dans toute leur journée, plus de 120 bottes de 1,400 à 1,500 allumettes.

Les perfectionnements introduits dans les préparations chimiques employées pour armer les allumettes, favorisèrent encore les développements de cette fabrication. Celle des briquets dits *oxygénés* prit une assez grande extension. Enfin l'invention des mastics inflammables par le frottement, opéra une révolution com-

(1) On avait imaginé auparavant plusieurs machines; mais le prix d'achat et d'entretien était trop élevé et leurs résultats n'étaient pas assez satisfaisants. En 1825, M. Cochot avait proposé une machine ingénieuse, mais qui avait l'inconvénient d'abandonner les allumettes en désordre, ce qui exigeait une dépense de 2 fr. pour faire 100 bottes. Or, à cette époque, avec les moyens ordinaires, on payait 1 fr. pour couper et 1 fr. pour *botteler* 100 bottes.

plète. Cette fabrication nouvelle, d'origine allemande, s'établit à Paris après un certain temps d'essais et de tâtonnements. En 1836, quelques fabriques commencèrent à se fonder, et depuis cette époque, ces établissements se sont multipliés à tel point que, d'après le calcul de plusieurs personnes compétentes, on peut évaluer (1) à 4,000 au moins le nombre des ouvriers que la fabrication des allumettes fait vivre, tant à Paris que dans la banlieue.

Malgré ces progrès si rapides, l'industrie qui nous occupe est demeurée jusqu'à ce jour (au moins offi-

(1) Dans la lettre que j'ai déjà citée, de M. Contamin à M. Payen, le nombre des ouvriers est estimé à plus de 4,000 en 1844. Quatre ans auparavant, dans un article inséré dans le tome II du *Journal des Connaissances nécessaires*, page 10, M. Chevalier évaluait ce nombre à plus de 2,000. Enfin plusieurs fabricants que j'ai consultés ont varié dans leurs évaluations, mais toujours dans la limite de 3 à 4,000.

Les fabriques les plus importantes en ce moment sont : 1o celle de M. Morellon, à la barrière du Combat; elle occupe plus de 300 ouvriers, et le nombre d'individus occupés hors de la fabrique est presque aussi considérable ; 2o M. Malbec occupe environ 200 ouvriers dans sa fabrique à la petite Villette, et près de 300 dans Paris pour la coupe du bois ou la fabrication des boîtes; 3o M. Delacourcelle, à la petite Villette, et M. Lemoine, à la Villette (rue Ganchard), occupent chacun au moins 50 ouvriers dans leurs ateliers seulement; 4o M. Fournier, à la butte Chaumont; madame Merkel, à Ménilmontant; M. Langlois, à la Chapelle, ont chacun plus de 25 ouvriers. On compte un certain nombre d'établissements qui admettent de 10 à 15 ouvriers : tels que celui de M. Mirouf, dans la plaine Saint-Denis; de M. Anchard, au parc Saint-Fargeau; de madame Pin, à la barrière Fontainebleau. Il y a encore beaucoup d'autres établissements moins importants, sans parler des individus qui fabriquent en ville et sans déclaration à la police.

ciellement) en-dehors des règlements de police sanitaire; elle ne figure pas dans les nomenclatures des arts insalubres, et aucune instruction, émanée de l'autorité administrative, n'a déterminé le régime intérieur des fabriques.

D'autre part, les hygiénistes eux-mêmes n'ont fourni que peu de lumières sur ce sujet. Les accidents que la fabrication, le transport ou l'usage journalier des allumettes, produisent en si grand nombre, n'ont été l'objet d'aucune publication scientifique, et c'est à peine si quelques-uns de ces accidents ont été signalés dans ces derniers temps.

Les conséquences fâcheuses de cette situation sont cependant démontrées par des observations qui se répètent dans tous les pays où l'industrie des allumettes s'est fixée; elles s'aggravent chaque jour en raison même des développements auxquels cette industrie semble aspirer, depuis que la consommation intérieure ne lui suffit pas, et qu'elle livre ses produits à l'exportation (1).

Par ces motifs, j'ai cru faire une œuvre utile en m'efforçant de jeter quelque lumière sur les questions de salubrité publique et d'hygiène industrielle qui se rattachent à la fabrication des allumettes à frottement ou allumettes chimiques.

Je diviserai en trois parties le résultat de mes recherches:

(1) On exporte des allumettes fabriquées à Paris dans les mers du Sud. M. Malbec fait un commerce considérable avec le Pérou. Il a expédié dans ce pays, en 1844, pour 200,000 fr. de produits.

1º *Fabrication.* — Examen des procédés en usage, et de chacune des opérations que comprend la fabrication des allumettes.

2º *Dangers, accidents, maladies des ouvriers.* — Influence des vapeurs phosphorées sur l'économie, etc.

3º *Législation.* — Règlements actuels; réformes administratives, indispensables pour le maintien de la salubrité publique et de la santé des ouvriers, etc.

PREMIÈRE PARTIE.

FABRICATION.

L'industrie des allumettes chimiques se pratique aujourd'hui dans des établissements considérables, qui occupent chacun plusieurs centaines d'ouvriers, et dans une infinité de petites fabriques alimentées assez souvent par le travail d'une seule famille. Cette distinction, sur laquelle j'insiste, et qui s'observe à l'Étranger (1) aussi bien qu'en France, importe pour la solution des questions qui vont nous occuper; elle influe considérablement sur les procédés de fabrication, sur la répartition du travail et sur les conditions hygiéniques auxquelles les ouvriers sont soumis. C'est en effet dans les petites fabriques que se conservent les méthodes les plus défectueuses; là, les diverses parties de la fabrication sont confiées aux mêmes indivi-

(1) En Allemagne, on compte des fabriqnes très-importantes, telles qne celles de M. Romer, à Vienne; de M. Levy, à Prague; de M. Fürth, à Schüttenhofer, en Bohême. D'après M. Peligot, M. Fürth fait annuellement 600,000 boîtes d'allumettes chimiques; il occupe 400 ouvriers, et consomme 3860 kilog. de phosphore. D'après le même chimiste, l'établissement de MM. Preschel et Pollak à Vienne est également important et bien organisé. On compte en outre une infinité de petites fabriques. (*Rapport sur l'ind. autrich.*, p. 72.)

dus; là, enfin, toutes les opérations sont concentrées dans des ateliers restreints, et quelquefois dans une seule pièce. Il est aisé de sentir combien ces conditions sont désavantageuses, particulièrement au point de vue de la salubrité, et l'on ne s'étonnera point si les mesures administratives dont je proposerai l'adoption ne tendent à rien moins qu'à la suppression des établissements qui ne comporteraient point une suffisante division du travail.

Les détails dans lesquels je vais entrer ne se rapportent qu'aux établissements dans lesquels le nombre des ouvriers et l'importance des produits rendent cette division possible. Or, ainsi envisagée, la fabrication des allumettes peut être divisée en une série d'opérations que je vais énumérer et décrire rapidement, dans l'ordre suivant :

1° La coupe du bois et la fente des baguettes ou tiges d'allumettes;

2° La confection des boîtes;

3° La mise en presse ou en châssis des tiges d'allumettes;

4° Le trempage au soufre;

5° Le trempage dans la pâte ou mastic chimique;

6° Le dépôt dans l'étuve ou le séchoir;

7° Le démontage des presses;

8° La mise en paquets et en boîtes;

9° Préparation des pâtes ou mastics chimiques.

De ces opérations, les deux premières, c'est-à-dire le travail du bois et la confection des boîtes, se pratiquent généralement (à Paris du moins) hors de l'en-

ceinte des fabriques : elles occupent à peu près autant d'ouvriers que toutes les autres opérations réunies; mais elles placent ces ouvriers dans des conditions différentes de celles que j'ai à examiner dans ce travail. Leur appréciation n'offre donc qu'un intérêt économique, et c'est pourquoi je ne m'y arrête pas en ce moment.

Toutes les autres opérations se passent dans les fabriques; et si les établissements ne sont pas assez considérables pour que chacune d'elles ait un local séparé, elles placent, ainsi que je l'ai déjà dit, tous les ouvriers dans des conditions hygiéniques à peu près semblables. J'ajoute qu'on trouve malheureusement encore des établissements très-importants, dans lesquels aucune séparation n'est établie. Déjà cependant, dans les ateliers les mieux organisés, on a affecté un local particulier pour le *montage des presses ou châssis;* les *trempages* au soufre et au mastic se font ensemble dans une pièce contiguë à l'*étuve*. Enfin, le *démontage* des presses et la *mise* en paquets ou en boîtes occupent une autre partie de l'établissement.

J'ai voulu indiquer d'abord ces divisions, parce qu'en analysant chacune des opérations, on verra que les inconvénients produits par les émanations phosphorées n'existent pas partout au même degré, et qu'en rendant ces divisions plus rigoureuses et plus complètes, on peut, sinon détruire, du moins amoindrir considérablement l'insalubrité attachée à la fabrication des allumettes chimiques.

§ Ier. MISE EN PRESSE DES TIGES D'ALLUMETTES.

Les tiges de bois, qui doivent former les allumettes, sont apportées dans les fabriques en paquets ou bottes de 1,500 à 2,000 tiges; elles sont distribuées aux *garnisseuses* de presses (piqueuses miardières), qui en disposent un grand nombre (800 à 1,000) dans un châssis en bois, où ces tiges sont fixées de manière à pouvoir être trempées ensuite d'un seul coup dans les substances inflammables. Cette opération est encore aujourd'hui celle qui occupe le plus de bras dans les fabriques. Lorsque le travail est bien divisé, on peut évaluer aux quatre cinquièmes (1) du nombre tota des ouvriers, le nombre des femmes qui garnissent les presses.

Voici comment a lieu généralement cette opération : chaque ouvrière prend dans sa main un certain nombre de tiges d'allumettes et les étend rapidement sur une planchette à crans, disposée de telle sorte que cha-

(1) On peut en juger d'après le personnel de quelques fabriques de Paris : ainsi, chez M. Morellon, où 3 ou 4 femmes suffisent pour démonter les presses, il y en a au moins 160 employées à les garnir. Chez M. Malbec, on compte 150 garnisseuses, 35 dégarnisseuses et remplisseuses de boîtes, un trempeur au soufre, un trempeur au mastic, un broyeur pour le mastic, un contre-maître qui fait le mélange des substances employées au mastic. Dans la fabrique de M. Delacourcelle, sur environ 50 ouvriers on compte 44 garnisseuses, 4 dégarnisseuses et faiseuses de paquets, un trempeur et un contre-maître qui est en même temps trempeur au mastic. La mise en boîtes ne se fait qu'à Paris, où ce travail occupe 12 à 14 ouvrières.

que cran reçoit une tige d'allumette. La planchette garnie, elle prend aussitôt de son autre main une planchette semblable à la première et en recouvre celle-ci. La rangée des tiges se trouve ainsi retenue par une série d'anneaux complets. L'ouvrière alors étend une seconde rangée de tiges sur la face supérieure de la seconde planchette, et applique ensuite sur ces tiges la face inférieure d'une nouvelle planchette, et ainsi de suite. Les planchettes garnies se superposent et se fixent les unes sur les autres, en remplissant l'espace laissé entre deux baguettes rondes et verticalement placées, taraudées à leurs sommets, qui reçoivent les planchettes par les deux trous qu'on a ménagés à leurs extrémités. Lorsque le châssis est rempli par 15, 20 ou même 25 planchettes superposées, on les fixe toutes au moyen d'une dernière planche pleine qu'on assujétit par des vis.

En Allemagne, où la fabrication des allumettes est, de l'aveu (1) de M. Péligot, beaucoup plus avancée qu'en France, on opère encore de la même manière, et l'on n'a pas trouvé de procédé plus expéditif pour disposer les tiges pour le soufrage. Le chimiste éminent que je viens de nommer rapporte qu'en agissant ainsi qu'il vient d'être indiqué, une ouvrière peut disposer dans sa journée 200,000 allumettes. Cette évaluation pourrait sembler un peu forte en France : à Paris, plusieurs fabricants m'ont dit qu'une bonne ouvrière ne peut guère remplir plus de 50 presses

(1) Rapport sur l'expos. des prod. autrich. en 1845, p. 71.

dans une journée de travail de 11 à 12 heures. Ces ouvrières, qui sont payées à la tâche, gagnent 4 centimes par presse garnie, ce qui fait à peu près un salaire de 12 à 15 fr. par semaine.

J'ajoute en terminant, que si les ateliers sont convenablement établis, l'opération qui vient d'être décrite ne saurait exposer les ouvrières à aucune cause particulière d'insalubrité, et qu'elles sont à l'abri des émanations phosphorées.

§ II. SOUFRAGE OU TREMPAGE AU SOUFRE.

Les presses, garnies et montées, sont apportées par une ouvrière ou par des enfants dans l'atelier destiné au trempage. On les remet d'abord au trempeur au soufre, qui prend le châssis à deux mains et plonge les extrémités des tiges dans du soufre maintenu en fusion dans une chaudière en fer, carrée, peu profonde et à fond plat.

§ III. TREMPAGE AU MASTIC CHIMIQUE.

Le trempage des tiges soufrées se fait toujours dans le même atelier que le soufrage, et les deux trempeurs travaillent pour ainsi dire côte à côte. Lorsque les tiges ont été garnies de soufre à leur extrémité, le soufreur dépose les presses par terre, de manière à ce qu'elles soient à portée du trempeur au mastic, qui les prend à son tour pour achever de les préparer, en plongeant les bouts soufrés dans le mastic chimique.

Cette opération se fait de la même manière que la précédente ; seulement, au lieu d'une chaudière creuse, on se sert généralement d'une table en marbre sur laquelle on étend une couche de quelques millimètres d'épaisseur de mastic chimique à l'état semi-liquide. Dès que les tiges d'une presse ont été trempées, on égalise de nouveau la couche de mastic à l'aide d'une espèce de truelle, et on trempe une seconde presse, et ainsi de suite.

En Allemagne, on opère le trempage au mastic sur des tables de pierre. A Paris, M. Malbec a adopté l'emploi d'une sorte d'auge à fond plat en cuivre, de forme carrée, et ayant seulement quelques centimètres de profondeur, et qui est placée sur une table de pierre. Lorsqu'il sera question des explosions survenues dans les fabriques, on verra qu'il n'est pas indifférent d'adopter telle ou telle disposition pour le trempage au mastic, et qu'il y aurait avantage à généraliser la manière de procéder de M. Malbec.

§ IV. DESSÈCHEMENT DES ALLUMETTES A L'ÉTUVE.

Les allumettes, chargées de la pâte chimique, sont portées à l'étuve ou au séchoir. Les presses sont étagées dans un casier à jour, où elles peuvent sécher librement. On ne se sert nulle part du thermomètre pour graduer la température de l'étuve, en sorte que la dessiccation doit s'opérer plus ou moins vite, selon les circonstances. On laisse en général les presses à l'étuve pendant vingt-quatre heures. Je dirai, à pro-

pos des incendies, ce qu'il y a de défectueux dans les dispositions de la plupart des étuves.

§ V. DÉMONTAGE DES PRESSES ; MISE EN PAQUETS ET EN BOITES.

Lorsque les allumettes sont bien sèches, les presses qui les contiennent sont remises aux démonteuses, qui défont le châssis, dégarnissent les planchettes et ramassent les allumettes en tas. Cette opération se fait très-rapidement, en sorte que, dans beaucoup de fabriques, ce sont les mêmes ouvriers qui démontent les presses et font les paquets ou remplissent les boîtes. La suite de ce travail fera voir l'importance qu'il y aurait à ce que toutes les allumettes fussent mises en boîtes, et en boîtes de petite dimension, aussitôt qu'elles sont retirées des presses. Jusqu'à présent il n'en est pas ainsi ; il y a même à Paris des fabriques dans lesquelles on ne remplit pas une seule boîte. Les allumettes sont rassemblées en grosses de 1,000 à 1,500, qu'on entoure d'une ficelle et qu'on enveloppe avec une feuille de papier, ou bien en paquets de 100 à 200, qui sont aussi liés, enveloppés et livrés dans cet état aux débitants.

§ VI. PRÉPARATION DE LA PATE OU MASTIC CHIMIQUE.

Indépendamment de toutes les opérations qui viennent d'être indiquées, il en est une, la plus impor-

tante de toutes, qui exige des détails plus circonstanciés : je parle de la *préparation de la pâte ou mastic inflammable*. Jusqu'à ce jour la science s'est peu occupée de cette préparation, qui peut offrir du danger, et qui, dès les premiers temps de la fabrication des allumettes chimiques, a donné lieu à de terribles accidents.

Ce n'est qu'après beaucoup de tâtonnements et d'essais défectueux que les fabricants de Paris sont arrivés à préparer un mastic qui permît à leurs produits de soutenir la concurrence avec ceux de l'Allemagne. On mêlait d'abord ensemble toutes les substances ; on faisait fondre le soufre avec le phosphore, et de là des explosions terribles, dont quelques exemples seront rapportés plus loin.

Aujourd'hui tous les fabricants, même ceux de Paris, sont loin d'avoir introduit, dans la préparation du mastic, tous les perfectionnements dont cette préparation est susceptible ; mais du moins nos fabricants les plus importants sont arrivés à une manière d'opérer qui prévient les explosions violentes dans le broyage et le mélange des substances, et donne une pâte remplissant les conditions voulues pour l'usage habituel des allumettes.

Il n'est pas toujours facile de connaître exactement la manière d'opérer et les ingrédients qui entrent dans la composition du mastic. Quelques-uns en font un secret duquel ils font dépendre la supériorité de leur fabrication; mais ces prétentions paraîtront aujourd'hui bien peu fondées, puisque la science possède les for-

mules des meilleurs mastics usités en Allemagne, de ceux que l'on emploie à préparer les allumettes qui brûlent sans explosion et sans bruit. Au reste, les pâtes employées à Paris même n'ont pas pu échapper à l'analyse chimique, et nous devons à l'un des hommes les plus utiles à la chimie industrielle en France, M. Payen, l'analyse exacte de deux mastics employés dans une des plus grandes fabriques de Paris. Voici leur composition, telle que l'illustre professeur du Conservatoire a bien voulu nous la faire connaître :

Mastic à frottement ordinaire.

	kil.
Chlorate de potasse.	3.
Gomme arabique.	2.5
Gomme adragante.	0.1
Phosphore.	2.
Eau.	2.500
Bleu de Prusse.	0.050

Mastic à frottement sans bruit.

	kil.
Chlorate de potasse.	0.500
Gomme arabique.	2.000
Gomme adragante.	0.100
Phosphore.	2.
Eau.	2.500
Bleu de Prusse.	0.040

En France on ne croit pas généralement pouvoir se

dispenser d'employer le chlorate de potasse dans la composition des mastics chimiques. Plusieurs fabricants paraissent même convaincus qu'en se servant de nitrate de potasse au lieu de chlorate, on aurait de mauvaises allumettes que l'humidité de l'atmosphère altérerait promptement. Il n'en est pas ainsi cependant, et c'est au contraire à l'abandon du chlorate de potasse que l'on doit principalement attribuer la supériorité des allumettes allemandes. Les formules publiées dans divers journaux et dans le tome XXXVII des *Annales de chimie et de pharmacie*, de M. Liebig, en fournissent des preuves, auxquelles vient s'ajouter l'autorité de M. Péligot.

« Les allumettes allemandes, dit ce chimiste (1), n'ont pas, comme la plupart de celles que l'on fabrique en France, l'inconvénient d'éclater quand on vient à les frotter, en projetant des éclats enflammés qui mettent en péril les yeux du consommateur. On a généralement renoncé, en Autriche, à l'emploi du chlorate de potasse, qui est la cause de ces explosions; on remplace ce sel par le nitre ou par l'oxyde puce de plomb. »

Plus loin, en parlant de la manière d'opérer des Allemands, M. Péligot ajoute :

« Le mélange inflammable est préparé de différentes manières : tantôt il consiste en phosphore, nitre pur, gomme arabique, bi-oxyde de manganèse ou bi-oxyde de plomb; tantôt en phosphore, gomme, nitrate de

(1) Rapport cité, p. 71.

plomb et oxyde puce de plomb : on obtient ce dernier mélange en traitant le minium par l'acide nitrique, et en évaporant à siccité le produit qui résulte de cette réaction. Un fabricant de Prague remplace avec économie la gomme par la gélatine. On fait aussi de très-bonnes allumettes en ne les imprégnant pas, comme à l'ordinaire, de soufre, mais en leur donnant une combustibilité plus grande et plus rapide par une dessiccation préalable à l'étuve, et par une immersion dans l'acide stéarique fondu et très-chaud. »

A ces renseignements précieux, dont il serait aisé à nos fabricants de tirer profit, je dois ajouter les principales formules publiées par la presse scientifique allemande.

Au mois de mai 1844, M. Boettger a communiqué les formules suivantes :

1° Pour faire des *allumettes à friction sans soufre* et du *papier inflammable brûlant sans bruit*, il conseille de prendre :

Gomme arabique.	16 parties.
Phosphore.	3
Nitrate de potasse.	14
Manganèse.	16

Mêlez et f. s. a. une masse parfaitement homogène.

2° Le même chimiste indique encore, comme très-bonne et d'un prix peu élevé, une masse composée comme il suit :

(Sur 100 p.)	Phosphore.	1 partie.
	Nitrate de potasse. . .	10

Ocre rouge ou minium. .	5
Colle de menuisier. . .	6
Smalt.	2

La préparation doit être faite de la manière suivante :

« On ramollit la colle en la mettant en contact avec un peu d'eau pendant vingt-quatre heures. La gélatine qui en résulte est mise dans un petit mortier de porcelaine préalablement chauffé pour la faire liquéfier. On ajoute ensuite, d'abord le phosphore, puis le nitrate de potasse, et, en dernier lieu, le minium et le smalt, en triturant continuellement avec le pilon de porcelaine, jusqu'à ce que le mélange soit arrivé à une entière homogénéité et puisse presque être étiré en forme de fils.

» Pendant toute la durée de cette opération, la température ne doit jamais dépasser 60 degrés de Réaumur, si on ne veut pas donner lieu à l'inflammation des particules de phosphore.

» Cette masse doit être appliquée sur de petites tiges de bois, préparées *ad hoc*, ou sur de l'amadou, qu'on fait sécher pendant huit à douze heures.

» On obtient avec cette masse des allumettes en papier, brûlant avec flamme et en exhalant une odeur agréable, en enduisant des lambeaux de papier ordinaire sur leurs deux faces, avec de la teinture de benjoin, et en appliquant ensuite à leurs extrémités, à l'aide d'un petit pinceau fin, une quantité suffisante de la masse en question. »

3° M. Diesel, d'Ebensdorf, élève de M. Wackenro-

der, ayant analysé une excellente pâte chimique, y a trouvé sur 100 parties :

Phosphore	17 parties.
Nitrate de potasse.	38
Minium.	24
Colle.	21 (m. s. a.)

Ces détails suffisent pour amener les fabricants de tous pays sur la voie des améliorations qui mettraient rapidement leurs produits au niveau des meilleurs produits de l'Allemagne, et l'on cesserait de trouver à Paris même des allumettes expédiées des fabriques de Vienne et de Prague.

Passons à l'examen des manipulations nécessaires pour la confection du mastic. J'ai dit que dans les premiers temps on mêlait tout ensemble, et qu'on faisait dissoudre le phosphore avec les autres substances ; mais aujourd'hui, instruits par de terribles accidents, un grand nombre de fabricants sont arrivés à des pratiques plus sages. Voici donc comment on opère dans les principaux établissements de Paris :

On commence par faire dissoudre la gomme au bain-marie ; lorsque la solution est faite et à la température de 80 à 90 degrés, on la verse dans des ballons de cuivre, à col allongé ; on y introduit les bâtons de phosphore, et on agite le mélange jusqu'à ce que le phosphore soit fondu et amené à un état convenable de division.

D'autre part on broie le chlorate de potasse en l'incorporant dans une quantité suffisante d'eau gommée.

On emploie divers appareils pour ce broyage. Dans quelques fabriques, chez M. Delacourcelle, par exemple, on verse le mélange de sel et de gomme dans un entonnoir qui repose sur deux cylindres de granite porphyroïde, juxtaposés et tournant en sens inverse à l'aide d'une manivelle. Le mélange, broyé entre ces deux cylindres, est reçu dans un vase placé au-dessous de cette espèce de moulin.

Lorsque ces deux préparations, qui doivent être faites séparément, sont terminées, on mêle ensemble les deux produits et on y ajoute la matière colorante, et quelques autres substances en poudre qui servent à augmenter la masse et à diviser davantage les molécules de phosphore et de chlorate de potasse. Ces substances varient beaucoup : ce sont principalement le manganèse, l'ocre, le verre pilé, la poudre de lycopode, etc.

Avant d'abandonner ces descriptions techniques, il importe d'ajouter quelques détails qui ne sont pas sans intérêt au point de vue de l'économie de la fabrication, question toujours capitale en industrie, et particulièrement dans l'industrie des allumettes.

En France, comme en Allemagne, la fabrication des allumettes est presque tout entière le produit du travail des femmes et des enfants; ainsi, des opérations qui se font hors des fabriques, la fente du bois est seule pratiquée par des hommes. Le *bottelage* (assemblage des tiges en boîtes ou paquets) et la fabrication des boîtes sont presque exclusivement l'œuvre des femmes.

On sait que la longueur et la difficulté du travail du bois ont longtemps arrêté l'essor de la fabrication des allumettes; mais quelque grands que soient déjà les services rendus par nos machines à débiter les bûches, on peut encore désirer et espérer quelques améliorations sur ce point. Il semble même que l'industrie allemande tire une partie de ses avantages de l'emploi de moyens plus parfaits que les nôtres pour débiter le bois et faire les tiges. C'est là du moins ce qu'il est permis de conclure d'un passage du rapport de M. Péligot sur l'industrie autrichienne.

Voici comment s'exprime ce professeur sur cette partie du travail des fabricants allemands :

« La cause principale de la bonne fabrication et du bon marché des allumettes doit être attribuée à l'emploi du rabot particulier qui sert à en fabriquer les bois. Ce rabot est employé en Allemagne depuis vingt ans; il est d'une confection et d'un maniement très-faciles; il débite par jour une énorme quantité d'allumettes. Nous ignorons les raisons pour lesquelles il n'est pas depuis longtemps employé en France. Rien n'est plus simple que cet outil, il est fabriqué par les ouvriers mêmes qui en font usage. Le fer du rabot consiste en une petite barre quadrangulaire et plate d'acier fondu, de 14 à 15 centimètres (5 pouces à 5 pouces 6 lignes) de longueur sur 1 centimètre (5 lignes) de largeur et 1 demi-centimètre (2 lignes) d'épaisseur; cette barre est un peu recourbée à l'une de ses extrémités, qu'on use à la lime : on y ménage la place de trois trous cylindriques qu'on perce avec un foret

à archet, et qui deviennent, par le travail de la lime, les emporte-pièces qui doivent pénétrer dans le bois et le débiter en petites baguettes cylindriques. Ce fer est monté dans un bois de rabot ordinaire. Un de ces outils se trouve parmi les échantillons que nous avons rapportés de Vienne.

» Le bois dont on tire ces baguettes est de sapin sans nœuds, en grosses bûches de 70 à 80 centimètres (2 pieds 2 pouces à 2 pieds 5 pouces) de longueur. La pièce de bois, fixée sur un établi, est d'abord égalisée et planée avec un rabot ordinaire. L'ouvrier tire de cette pièce ainsi préparée trois baguettes de la longueur de la bûche à chaque coup de rabot qu'il donne, et il opère avec une telle rapidité, qu'il fournit par minute (nous l'avons constaté) soixante coups de rabot; or, comme chaque baguette donne ensuite 14 allumettes, on voit qu'un ouvrier fait par heure 151,200 allumettes, et 1,814,400 dans une journée de douze heures.

» Les baguettes sont assemblées en bottes pour être coupées; elles sont liées avec des ficelles convenablement espacées, dont chacune doit se trouver, après le découpage, au centre du paquet de bois d'allumettes. Nous avons vu un ouvrier lier une botte de ces baguettes en une minute, faisant dans cet espace de temps quatorze ligatures avec nœuds.

» A mesure que les grandes baguettes sont liées, on les découpe avec un couteau dont l'extrémité de la lame est mobile autour d'un axe; cette opération se fait encore avec une extrême rapidité. »

Il serait à désirer que nos ouvriers se procurassent le rabot allemand, dont M. Péligot a rapporté un modèle, qu'il a déposé au Conservatoire des arts et métiers.

Quant au travail intérieur des ateliers d'allumettes, nos fabricants, ceux de Paris au moins, paraissent encore se trouver dans des conditions économiques moins favorables que les fabricants d'Allemagne ; et cette différence tient surtout au prix de la main-d'œuvre, puisque le prix de quelques-unes des substances employées est moins élevé en France qu'à l'étranger. Ainsi le phosphore, qui vaut à Vienne 13 fr. le kilogr., ne vaut que 9 à 10 fr. (1) en France. Mais dans un travail dont les produits sont d'une valeur aussi minime que celle des allumettes, le temps est l'élément qui coûte le plus. Aussi, dans aucun pays les ouvriers en allumettes ne sont payés à la journée : partout les opérations se font à la tâche, et le bénéfice de chacun dépend de la promptitude avec laquelle le travail est exécuté. En Autriche, d'après M. Péligot, les ouvrières gagnent de 3 à 12 fr. par semaine, selon leur dextérité ; à Paris, les salaires m'ont semblé partout plus élevés. En moyenne, les bonnes ouvrières gagnent 12 à 15 fr. par semaine ; les enfants peuvent gagner de 6 à 8 fr. Dans quelques fabriques le trempeur au soufre gagne environ 16 fr. par semaine ; le trempeur au mastic, qui est en même temps chargé du mélange des substances, gagne jusqu'à 36 fr.

(1) Le phosphore étranger paie un droit d'entrée de 1 fr. 85 cent. par kilog.

Grâce au bas prix de la main-d'œuvre, les fabricants allemands peuvent livrer leurs produits à très-bon marché ; d'après M. Péligot, les allumettes de MM. Preshel et Pollak valent en détail, prises au dépôt à Vienne, 72 centimes les cinquante boîtes, chaque boîte contenant 45 allumettes.

On ne s'étonnera pas, en raison de ces conditions avantageuses, si la fabrication allemande expédie des quantités si considérables de produits à l'étranger, non-seulement en Europe, mais en Amérique et jusqu'en Chine.

Nous avons déjà fait connaître les diverses opérations dont se compose la fabrication des allumettes à frottement, et nous avons eu soin d'indiquer sommairement les pratiques dont les inconvénients ont été démontrés par l'expérience, ainsi que les perfectionnements susceptibles d'une réalisation facile et immédiate

Il reste, pour remplir complètement le cadre de ce travail, à exposer dans deux chapitres séparés : 1° les *dangers* et les *accidents* que fait naître l'industrie des allumettes, les inconvénients qu'elle peut avoir pour la salubrité publique et surtout pour la santé des ouvriers; 2° les règlements administratifs sous l'empire desquels cette industrie est actuellement placée, et les réformes nécessaires pour la rendre salubre.

Mais avant d'entrer dans ces questions nouvelles, nous devons revenir sur quelques points de technologie qui compléteront ce qui a été exposé dans la première partie de ce travail.

On sait que la *mise en presses ou en châssis des*

tiges d'allumettes absorbe à elle seule les quatre cinquièmes au moins du nombre total des ouvriers. Au moment où nous écrivions les pages qui précèdent, les fabricants, ceux de Paris du moins, paraissaient avoir renoncé à l'espoir de simplifier cette partie si importante et si coûteuse du travail; ils jugeaient impossible de remplacer, dans le *garnissage* des presses, la main des ouvriers par des procédés mécaniques. Toutefois, et quoique les difficultés à surmonter soient assurément très-grandes, il paraît que dès aujourd'hui la question peut être considérée comme résolue. Nous avons vu, il y a six mois environ, un fabricant, M. Bépoix, qui élève un établissement considérable à Nantes. Ce fabricant, qui ne néglige aucun moyen de donner à ses produits une perfection qui leur permette de lutter avec avantage contre ceux de l'Allemagne, s'efforce en même temps de simplifier, autant que possible, les procédés de fabrication. Or, il résulte des investigations auxquelles M. Bépoix s'est livré, qu'une machine inventée par un ouvrier mécanicien de Rouen résout très-avantageusement le problème du *garnissage des presses à la mécanique*. Nous ne nous croyons pas suffisamment autorisés pour publier en ce moment la description de la machine dont il s'agit, et qui doit prochainement fonctionner dans l'établissement de Nantes; ce n'est d'ailleurs qu'après des essais en grand et répétés que l'on pourra se prononcer définitivement sur sa valeur. Il nous a paru seulement qu'il y avait quelque avantage à faire savoir à ceux qui sont intéressés à la prospérité de l'industrie des allumettes,

que le principal obstacle économique que cette industrie rencontre est sur le point d'être levé.

D'après les essais les plus récents qui ont été faits pour remplacer avantageusement dans le mastic chimique les diverses poudres que nous avons indiquées, et qui servent à *diviser* les molécules du phosphore et à augmenter la masse du mastic, le *tan* réduit en poudre impalpable paraît être la substance la plus convenable et la moins coûteuse.

DEUXIÈME PARTIE.

CHAPITRE UNIQUE.

DANGERS, ACCIDENTS DIVERS, MALADIES DES OUVRIERS.

L'énumération seule des accidents produits par la fabrication, le transport ou l'emploi domestique des allumettes chimiques, exigerait un volume. Nous n'insisterons que sur les causes auxquelles ces accidents peuvent être assignés, et nous nous bornerons à un petit nombre d'exemples.

§ Ier. INCENDIES.

Le danger des incendies est celui dont on s'est particulièrement préoccupé dans les pays étrangers dès la première apparition de la nouvelle industrie des allumettes, et les craintes que les gouvernements ont temoignées n'étaient point chimériques ; dans presque tous les pays, de terribles exemples sont venus justifier la défiance des particuliers et les mesures de rigueur qui ont été prises par plusieurs gouvernements. Des règlements très-sévères ont été établis en Saxe et en Bavière. On a agité dans quelques États la question

de savoir s'il ne fallait pas prohiber absolument la fabrication des allumettes chimiques, ainsi que le demandait le conseiller Tronstroff. Cette prohibition a même été décidée dans les États de Sardaigne, à la suite du grand incendie de Salenches. En France, les exemples d'incendies dus à la même cause sont assez nombreux, surtout dans les dépôts où les allumettes sont conservées en paquets ou en vragues. A Paris on peut se souvenir, entre autres, d'un incendie qui a eu lieu dans la rue du Grand-Hurleur, nº 2, chez un fabricant de briquets; le feu se mit sans cause connue à plusieurs grosses d'allumettes, et ne put être éteint qu'à l'aide des pompes; le fabricant et trois de ses ouvriers furent grièvement blessés.

Les journaux anglais ont donné, en 1840, le récit d'un violent incendie qui eut lieu à Londres, chez un fabricant d'allumettes de Widegate-Street. La maison du fabricant et plusieurs maisons voisines furent consumées en peu de temps; sept personnes périrent.

Presque tous les sinistres semblables sur lesquels il a été possible d'avoir des renseignements suffisants, ont été occasionés par la funeste habitude de conserver les allumettes en vrague ou sans être enfermées dans des boîtes de petite dimension.

Explosions. — L'explosion du mastic chimique avant son application aux allumettes donne lieu à des accidents aussi redoutables que les précédents, mais heureusement devenus rares, grâce aux améliorations déjà introduites dans les procédés de fabrication.

Lorsqu'on a commencé à préparer les mastics à

frottement, on faisait, comme nous l'avons déjà dit, fondre le soufre avec le phosphore : c'était la cause des plus violentes explosions ; non-seulement les deux corps en contact se combinaient pour former du phosphure de soufre, mais l'eau qui servait d'excipient était décomposée, et il se formait divers produits gazeux qui donnaient lieu à des explosions terribles. Il faut probablement attribuer à la cause dont nous parlons, le désastre qui entraîna le renversement d'une grande fabrique de la Petite-Villette, il y a trois ans environ : une explosion terrible eut lieu dans l'atelier où travaillaient les deux trempeurs; les tables volèrent en éclats, les plafonds et les murailles elles-mêmes s'écroulèrent, et les deux ouvriers furent trouvés morts et broyés sous les décombres.

Au reste, les dangers de l'introduction des fleurs de soufre dans les vases où l'on fait dissoudre le phosphore, avaient frappé d'assez bonne heure le Conseil de salubrité de Paris. M. Chevallier rapporte, dans le numéro de janvier 1840 de son *Journal des Connaissances nécessaires*, que ce Conseil avait proposé de faire défendre aux fabricants d'admettre le phosphure de soufre dans leurs préparations.

Non-seulement le mélange du soufre avec le phosphore, mais encore le mélange du phosphore avec le chlorate de potasse avant la division parfaite de ces deux corps dans la solution gommeuse ou la colle, ont été la cause d'explosions funestes aux ouvriers et assez fréquentes avant que la plupart des fabricants eussent pris l'habitude de dissoudre les deux corps à l'aide de deux opérations séparées.

L'imprudence des ouvriers qui manient le mastic a occasioné un grand nombre d'accidents. Ainsi, lorsque le trempeur laisse le mastic couler, se répandre et se sécher autour de la table sur laquelle se pratique le trempage, le moindre frottement, la moindre étincelle peut faire voler ces tables en éclats. Un peu de mastic tombant sur la chaudière du soufreur peut produire aussi des explosions violentes. On a communiqué à M. Chevallier le récit d'un accident survenu dans une fabrique de Lyon, par suite d'une imprudence analogue. On laissa tomber du mastic sur la plaque d'un poêle fortement échauffée. Aussitôt le poêle fut brisé en éclats, le fabricant faillit perdre la vie, et deux autres ouvriers reçurent des blessures graves.

§ II. ACCIDENTS PENDANT LE TRANSPORT DES ALLUMETTES.

Les allumettes armées avec les mastics à frottement donnent lieu à des accidents moins graves en général que ceux dont il vient d'être question, mais en revanche le nombre en est incalculable.

Au point de vue de la salubrité publique, les accidents les plus graves sont ceux qui résultent du transport des allumettes, soit en vragues, soit enfermées dans des boîtes de trop grande dimension.

Ce danger est le premier dont l'autorité administrative se soit montrée préoccupée en France, et c'est encore le seul contre lequel on ait pris quelques mesures officielles. Le nombre chaque jour croissant

d'incendies occasionés dans les diligences et les voitures de roulage par les paquets d'allumettes chimiques que les fabricants expédiaient aux habitants de province, décidèrent, en 1838, le préfet de police à soumettre le transport des allumettes aux mêmes règles que celui des poudres et des amorces fulminantes. On verra, dans la troisième partie de ce travail, combien cette ordonnance était insuffisante et a été mal exécutée. Aussi les accidents ont-ils continué à se produire en grand nombre. Peu de jours après la promulgation de l'ordonnance du 28 mai 1838, les journaux annoncèrent l'incendie d'une charrette de roulier, occasioné par l'explosion d'une caisse d'allumettes. Les pertes furent considérables. Un désastre du même genre est arrivé le 1er novembre 1845 près de Soissons, et a ruiné complètement un charretier nommé Prosper Meunier. La charrette et le chargement tout entier ont été la proie des flammes; la perte s'est élevée à plus de 75,000 fr. Nous avons vu le charretier, en faveur duquel une souscription avait été ouverte, attendre pendant plusieurs mois de l'hiver encore que la charité publique lui permît de se relever de ce malheur.

Pour donner une juste idée du nombre des accidents et de la crainte qu'ils ont fini par inspirer, il suffit de dire que les compagnies d'assurances contre l'incendie refusent maintenant de traiter avec les entrepreneurs de roulage qui consentent à se charger du transport des allumettes. Aussi toutes les maisons de roulage qui possèdent des services réguliers sur nos grandes routes refusent-elles de recevoir les produits des fabri-

ques d'allumettes chimiques; les fabricants se trouvent réduits à s'adresser aux rouliers qui partent de Paris sans chargement. Il arrive même quelquefois, par la faute des commissionnaires, que ces rouliers ne sont pas avertis de la nature des objets qu'ils se chargent de transporter.

On ne saurait douter que le feu ne prenne très-souvent à l'un des paquets ou à l'une des boîtes contenues dans les caisses qui sont expédiées par le roulage, sans se communiquer aux boîtes ou aux paquets voisins et sans occasioner de désastre. Plusieurs fabricants nous ont donné la preuve de ce fait en jetant à terre avec force un paquet d'allumettes enveloppé d'un fort papier. On entendait aussitôt une crépitation qui indiquait que les allumettes prenaient feu; le papier était ordinairement roussi ou même brûlé, et cependant la flamme ne paraissait pas au dehors, et on trouvait à l'intérieur les tiges de bois presque intactes. Le manque d'air avait mis obstacle à la combustion. Cette circonstance doit empêcher souvent les effets des incendies qui surviennent pendant le transport des allumettes. Mais la combustion, même bornée aux têtes d'allumettes, peut causer d'assez notables dégâts, lorsque, par exemple, les paquets sont enfermés dans des malles. Ainsi, à Arras, au moment où on déchargeait une diligence, l'odeur et la fumée qui s'échappaient des fissures d'une malle ayant appelé l'attention, la malle fut ouverte et on trouva les effets qu'elle contenait à moitié consumés. Un paquet d'allumettes chimiques, enveloppé d'une feuille de papier,

avait pris et communiqué le feu. Les têtes des allumettes avaient seules brûlé (1).

Quelquefois l'explosion du mastic qui entoure les têtes est si violente, que malgré les enveloppes les plus épaisses les flammes se font jour au dehors. Le *Sémaphore* de Marseille rapporte qu'au moment où une charrette contenant 700 paquets d'allumettes gravissait la rue d'Aix, on vit tout-à-coup, et par le seul effet du mouvement de la charrette, des gerbes d'étincelles et de flammes jaillir, accompagnées d'une forte explosion, et au grand effroi des passants. Personne heureusement ne fut atteint.

Des accidents semblables, dus aux mêmes causes, sont arrivés sur les chemins de fer. Ainsi, le 27 avril 1840, sur le chemin de fer de Vienne à Brunn, un wagon qui contenait douze barils pleins d'allumettes chimiques prit feu et en peu d'instants fut entièrement consumé, ainsi qu'une grande partie des deux wagons qui lui étaient contigus. Personne ne perdit la vie; mais il y eut un dommage de plus de 30,000 florins (75,000 fr.) (2).

Accidents occasionés par les allumettes dans l'usage ordinaire.—Il n'est pas de petit débitant d'allumettes, on pourrait même dire qu'il n'est pas d'individu qui n'ait été témoin de quelque accident causé par l'explosion d'une boîte, d'un paquet d'allumettes, ou même d'une allumette seule. Ces accidents sont souvent sans

(1) *Journal des Connaissances nécessaires*, tome III, page 331.
(2) *Journal des Connaissances nécessaires*, tome III, page 320.

suites graves; mais il en résulte quelquefois aussi des conséquences sérieuses, et parmi les épiciers de Paris que j'ai consultés, j'en ai trouvé plusieurs qui se plaignaient d'être obligés d'avoir sans cesse dans leur magasin une marchandise aussi dangereuse que les allumettes, surtout les allumettes en paquets.

Une allumette a suffi plusieurs fois pour donner lieu à un incendie considérable. Le *Journal de Chimie médicale* a publié, entre autres, le fait suivant : Le 25 juin 1838, un enfant de M. Coste, libraire, rue de l'Université, n° 13, ayant marché sur une allumette chimique tombée sur un parquet où se trouvait une grande quantité de rognures de papier, l'allumette s'enflamma, et en un instant tous les papiers de la boutique et le comptoir furent en flammes. La perte dépassa six mille francs.

Des accidents ont eu lieu assez souvent au milieu de réunions nombreuses, dans les théâtres. Il y a quelques années, l'explosion d'un paquet d'allumettes qui se trouvait dans la poche d'un homme placé au parterre du théâtre de la *Gaîté*, effraya toute la salle qui en fut quitte pour la peur. Des accidents analogues décidèrent le maire de Nantes à défendre d'introduire des allumettes chimiques dans le théâtre de cette ville (1).

Les exemples de brûlures, particulièrement au visage, produites par l'explosion d'une allumette et la projection d'un fragment de la masse incandescente,

(1) *Journal des Connaissances nécessaires*, tome III, page 333.

étaient très-fréquents il y a encore peu d'années. On a cité plusieurs cas dans lesquels la vue avait été compromise par cette cause. Il est juste de remarquer que, grâce aux perfectionnements de la fabrication, ces accidents deviennent de jour en jour plus rares.

Les enfants ont été et sont encore trop souvent victimes de leur inexpérience dans le maniement des allumettes chimiques. Sans parler des brûlures légères dont nous avons personnellement observé plusieurs exemples, on a cité des accidents qui avaient eu des suites graves et même mortelles. M. Chevallier a publié l'*observation* d'un enfant de Marseille qui eut la cuisse brûlée par l'inflammation d'un paquet d'allumettes dans la poche de son pantalon. Un évènement plus affreux s'est passé à Bruxelles, en 1841 : un enfant de six ans prit dans son lit, pour jouer, une boîte d'allumettes qui se trouvait sur la table de nuit. Ces allumettes prirent feu; on accourut aussitôt aux cris de l'enfant, que sa mère elle-même arracha du milieu des flammes. Mais il était trop tard, le malheureux enfant, horriblement brûlé, succomba après douze heures de souffrances (1).

La trop grande *sensibilité* des allumettes est la cause principale de ces derniers accidents, de même que leur *explosibilité* trop grande est la cause ordinaire des brûlures de la face et des yeux. Cette sensibilité peut être si marquée, que l'on a vu des paquets d'allumettes s'enflammer entre les mains et sans que l'on sût comment (2). Dernièrement, chez un jeune

(1) *Journal des Connaissances nécessaires*, tome III, page 533.
(2) *Journal de Chimie*, tome IV, deuxième série. 1838.

médecin qui habite la rue Neuve-Saint-Augustin, un paquet d'allumettes étant tombé de la hauteur d'un mètre (3 pieds) au plus, sur un tapis, s'enflamma et eût communiqué le feu au tapis si l'on ne fût arrivé à temps pour l'éteindre.

Les plaies et les brûlures produites par les allumettes chimiques ne présentent d'ailleurs rien de particulier.

Arrivons aux questions qui se rattachent directement à l'hygiène des ouvriers employés dans les fabriques d'allumettes.

En examinant les accidents qui surviennent dans la santé de ces ouvriers, en recherchant quelles sont, dans la fabrication des allumettes, les conditions particulières capables d'exercer sur l'économie vivante une influence fâcheuse, on est conduit à attacher la plus grande importance à l'émanation des vapeurs phosphorées qui s'exhalent continuellement et avec une abondance variable dans tous les ateliers où l'on manie soit le mastic des allumettes, soit les allumettes déjà chargées de mastic. L'étude attentive des diverses parties du travail des fabriques permet même d'affirmer que la cause dont il s'agit est la seule sous l'influence de laquelle surviennent les accidents et les maladies dont un assez grand nombre d'ouvriers sont atteints.

C'est pourquoi il est nécessaire d'examiner d'abord les deux questions suivantes, à savoir :

1° Quelles sont les parties du travail des allumettes qui exposent nécessairement aux émanations phospho-

rées; 2° quelle est la nature et la composition chimique de ces émanations.

Opérations qui exposent aux émanations phosphorées. — On a vu, dans la première partie, que tout le travail du bois, ainsi que la confection des boîtes, se passent généralement en-dehors des fabriques; ces opérations sont par conséquent étrangères aux questions d'hygiène et de pathologie qui nous occupent en ce moment; et comme elles occupent la moitié environ des ouvriers employés à la fabrication totale, il en résulte que la moitié du nombre total de ces ouvriers se trouve généralement hors de la sphère d'action des causes d'insalubrité inhérentes aux fabriques.

Dans l'intérieur des fabriques, en admettant qu'il y ait un local particulier affecté à chaque opération, les cinq sixièmes des ouvriers peuvent échapper à l'influence des vapeurs phosphorées. Ainsi, tout le travail du *remplissage* des presses, qui absorbe plus des quatre cinquièmes des ouvrières, peut se faire dans des ateliers exempts de toute espèce d'émanations spéciales, puisque le bois sec est la seule substance que l'on manie.

Il reste à examiner l'atelier où l'on fait le mastic, celui où l'on trempe, l'étuve, enfin les ateliers destinés au démontage des presses et à la mise en paquets ou en boîtes.

L'atmosphère de ces divers ateliers est altérée d'une manière plus ou moins intense et continue, par les vapeurs qui proviennent soit de la pâte destinée au

trempage, soit des tas d'allumettes déjà chargées de cette pâte phosphorée.

Le broyage des substances et la préparation du mastic n'exigent pas un travail continuel, un seul ouvrier y suffit; en outre, ces opérations se font assez souvent à l'air libre, en sorte qu'elles n'offrent pas une grande importance au point de vue de l'hygiène. On pourrait presque en dire autant de l'étuve, où les ouvriers ne séjournent pas.

Mais il n'en est pas de même de l'atelier des trempeurs, et surtout des ateliers occupés par les démonteuses de presses et les ouvrières qui mettent en paquets ou en boîtes. L'étranger qui entre dans cette partie des fabriques est frappé des émanations qui s'y exhalent; la transparence de l'air y est souvent troublée, surtout dans l'atelier où l'on démonte les presses, et si l'on y demeure quelque temps, on éprouve ordinairement un peu de toux et d'ardeur à la gorge. On finit, du reste, par s'habituer à cette atmosphère particulière, et la plupart des ouvrières, ainsi que nous avons pu nous en assurer, ne toussent beaucoup que dans les temps humides, et surtout lorsque, l'air n'étant pas suffisamment renouvelé, les vapeurs phosphorées s'accumulent et deviennent trop épaisses.

Nous répétons que ces remarques ne sont exactes que pour les fabriques dans lesquelles le travail est déjà divisé et réparti dans des ateliers distincts. Quant aux petits établissements où tout est nécessairement confondu, et à quelques grandes fabriques où nous avons vu tous les ouvriers travaillant ensemble, il est

évident que toutes les opérations sont à peu près également malsaines, et que les distinctions établies plus haut ne sauraient s'y appliquer.

Nature et composition des vapeurs qui s'exhalent à l'air dans les fabriques d'allumettes. — Quelle est la nature des vapeurs qui troublent la pureté de l'atmosphère dans les ateliers qui viennent d'être énumérés ? A la rigueur il n'y a qu'une manière de répondre péremptoirement. C'est de fournir les résultats d'une ou de plusieurs analyses chimiques. Mais ces analyses n'ont pas été faites, et il nous a été impossible de combler cette lacune.

Nous sommes donc réduits, en attendant mieux, à nous guider d'après le raisonnement. Or, si nous examinons l'une après l'autre chacune des substances qui entrent dans la composition des mastics inflammables; si nous mettons de côté le soufre qui ne se présente pas dans des conditions propres à lui faire jouer un rôle, nous ne trouvons que le phosphore qui puisse agir pour modifier l'atmosphère des fabriques.

Tout le monde connaît la facilité avec laquelle ce corps absorbe l'oxygène de l'air à toutes les températures. A une température de 43 +° centigrades, qui est son point de fusion, cette action est très-vive, et le phosphore brûle alors avec une lumière intense, et donne naissance à d'épaisses vapeurs blanches d'acide phosphorique. Mais ce n'est pas de cette manière qu'il peut se combiner avec les éléments de l'air dans les fabriques d'allumettes. L'action de l'air sur le phosphore à la température ordinaire, sans être ni aussi

vive, ni aussi intense que dans les circonstances qui précèdent, n'en est pas moins très-appréciable, surtout à l'air humide. Si l'air est sec, et la température basse, l'action est peu manifeste; mais pour peu qu'il y ait de l'humidité, on voit le phosphore s'entourer d'un léger nuage blanc, et qui dans l'obscurité répand une clarté verdâtre.

D'après certains chimistes, les vapeurs qui se produisent dans ces circonstances sont formées non par l'acide phosphorique, mais par l'acide hypophosphorique (1) composé, qui paraît, du reste, assez mal défini.

Dans l'eau aérée et exposée à la lumière, le phosphore donne de l'acide phosphoreux et de l'hydrogène protophosphoré produit par la décomposition de l'eau. Peut-être devrait-on admettre que des combinaisons semblables ont lieu, quoique en très-petite proportion, dans une atmosphère très-chargée d'humidité. Mais les expériences directes sont à faire sous ce rapport, au moins pour savoir ce qui se passe dans les fabriques. Ainsi, des vapeurs d'acide phosphorique ou hypophosphorique; dans quelques circonstances peut-être et en très-petite proportion, de l'hydrogène phosphoré, tels sont les produits qu'on doit soupçonner dans les fabriques d'allumettes. On sait que l'oxyde de phosphore n'est pas volatil.

Mais le phosphore n'existe-t-il pas lui-même à l'état

(1) On prépare même l'acide hypophosphorique en exposant à l'air humide des morceaux de phosphore contenus dans des tubes effilés,

gazeux dans l'atmosphère des fabriques? Quelques chimistes que j'ai consultés sur ce point, et en particulier M. Paul Thénard, pensent qu'on doit admettre, *à priori*, son existence. Le phosphore luit à l'air dans l'obscurité, c'est-à-dire qu'il y éprouve une combustion lente, ainsi que nous l'avons déjà dit; mais cette combustion est-elle parfaite? M. Thénard ne le pense pas; il pense au contraire qu'il y a beaucoup de vapeur de phosphore entraînée à l'état de phosphore. Voici sur quels faits il s'appuie : 1° si on met pendant quelques minutes du phosphore dans de l'azote, de l'hydrogène, de l'acide carbonique, puis qu'on le retire et qu'on fasse entrer un peu d'air dans la cloche qui renferme le gaz, celle-ci devient lumineuse dans l'obscurité; 2° si on suspend à un fil un morceau de phosphore et qu'on l'introduise dans un flacon sans que le phosphore en touche les parois, puis qu'on le retire au bout de peu de minutes, le flacon reste quelque temps lumineux, quoiqu'il contienne encore une grande quantité d'oxygène. Ainsi le phosphore à froid se répand en vapeur dans le gaz, et cette vapeur n'est pas brûlée instantanément par l'air.

On peut donc respirer de la vapeur de phosphore à l'état de phosphore, et il est probable que les ouvriers qui travaillent dans les fabriques d'allumettes chimiques sont soumis à cette vapeur.

Passons maintenant aux effets de ces émanations phosphorées sur la santé des ouvriers.

Ces maladies sont : 1° des *bronchites* plus ou moins graves; 2° des *altérations* des *dents* et des *nécroses des os maxillaires*, etc.

1° *Bronchites*. La *toux* est le phénomène pathologique le plus fréquent dans les ateliers ; mais il est assez rare que les bronchites acquièrent une haute gravité. Nous renvoyons, du reste, à ce que nous avons publié à cet égard dans le numéro de mai 1846 de la *Revue Médicale*.

2° *Maladies des mâchoires*. Il n'y a que fort peu de temps que quelques médecins allemands ont signalé l'existence de nécroses étendues et souvent mortelles des os des mâchoires, chez les ouvriers employés à la fabrication des allumettes chimiques. Mais on a d'abord éprouvé des doutes sur la nature de ces affections ; il était fort difficile d'en saisir la véritable nature, ainsi que les rapports qui existent entre ces maladies et la profession des malades. En Allemagne, on a accusé l'arsenic qui, dans certaines circonstances, est mêlé au phosphore employé dans les fabriques. A Paris, au moment où nous avons commencé nos recherches, on assurait n'avoir jamais observé le *moindre signe de stomatite* chez les ouvriers en allumettes. Cependant, dans le Mémoire (1) que nous avons publié dans la *Revue Médicale*, nous avons rapporté neuf observations recueillies par nous ; une dixième s'est présentée plus récemment encore à l'hôpital Necker ; et ces faits, joints aux renseignements que nous avons pu recueillir, ne laissent aucun doute sur l'existence, la gravité, ni sur l'origine de ces graves lésions, qui

(1) Ce Mémoire a été publié depuis séparément par Labé, libraire, place de l'École de Médecine.

sont dignes de toute la sollicitude des médecins et des hygiénistes.

On comprend que les détails nécessaires pour traiter convenablement une pareille question ne peuvent trouver place ici, et nous sommes obligés de renvoyer encore, à cet égard, au Mémoire dont nous avons déjà parlé. Nous nous bornerons à donner, relativement à l'*étiologie* de ces nécroses maxillaires, quelques renseignements qui peuvent conduire peut-être à quelques résultats pratiques avantageux.

M. le docteur Strohl, de Strasbourg, a exposé dans les termes suivants sa manière de voir sur la production de la maladie en question :

« Les vapeurs de phosphore se transforment, au contact de l'oxygène, en acide hypophosphorique ; celui-ci, inspiré par l'air, se dissout dans la salive et peut former de l'acide phosphorique. De plus, il se produit souvent de ce dernier acide par la combustion vive du phosphore ; car il arrive souvent qu'un des vases dans lesquels on chauffe la masse phosphorée s'enflamme ; ou bien, souvent encore, tout un tas d'allumettes déjà préparées prend feu. Cet acide peut donc se dissoudre dans la salive, la rendre acide. On connaît l'action dissolvante de l'acide phosphorique ; les gencives contre lesquelles la salive reste plus longtemps sont ramollies ; elles semblent, jusqu'à un certain point, du liquide acide ; ce dernier attaque les dents, filtre entre ces ostéides et les parties molles, arrive ainsi jusque sur les alvéoles, et exerce là son action dissolvante et corrosive. »

Cette hypothèse étiologique, à laquelle M. Strohl ne paraît pas du reste attacher une grande importance, suscite des objections de plusieurs sortes. Nous nous bornerons à lui opposer les faits qui, à notre avis, la renversent complètement.

S'il était vrai que l'acide phosphorique agît ainsi que le pense M. Strohl, le premier fait, le fait le plus général que l'on devrait remarquer dans les fabriques, serait le mauvais état des dents chez les ouvriers. Or, il n'en est pas ainsi, et nous avons été frappé, au contraire, des contrastes qui existent à cet égard. Dans les mêmes salles, à côté des ouvriers dont les dents sont malades et les mâchoires déjà attaquées, on trouve des individus qui ont les dents parfaitement saines, quoique soumis depuis un temps fort long à l'action des vapeurs phosphorées. Un exemple frappant de ce contraste existe dans la fabrique de M. de La Courcelle. Le contre-maître, dont la mâchoire est déjà assez gravement atteinte, vit à peu près dans la même atmosphère que sa femme, dont toutes les dents sont saines, quoiqu'elle travaille aux allumettes depuis au moins dix ans, tandis qu'il y a sept ans à peine que le mari exerce le même métier.

Ainsi, parmi les ouvriers en allumettes, il y a des individus (et ces individus sont nombreux) qui, entrant dans les fabriques avec les dents saines, se maintiennent dans cet état et échappent aux altérations qui viennent d'être décrites. On doit donc admettre qu'outre la cause externe, c'est-à-dire les

vapeurs phosphorées, il y a dans l'organisation particulière des individus, dans les conditions de leur santé, des circonstances particulières qui déterminent pour ainsi dire l'action des vapeurs phosphorées. C'est pourquoi, jusqu'à ce qu'une observation plus complète ait démontré le contraire, nous attacherons une grande importance à ce fait que l'observation nous a démontré, savoir : que tous les malades sur lesquels nous avons eu des renseignements suffisants, avaient une ou plusieurs dents gâtées avant d'entrer dans les fabriques, ou du moins assez longtemps avant le développement de la maladie. Nous pensons même que de ces faits on peut provisoirement au moins conclure, *que l'altération d'une ou de plusieurs dents est une condition indispensable au développement de la maladie des os maxillaires, maladie développée sous l'influence de l'action prolongée des vapeurs phosphorées.*

Mais n'y a-t-il pas dans les émanations qui troublent l'atmosphère des fabriques, d'autre agent que les vapeurs d'acide phosphorique auquel on puisse attribuer la production de la maladie des mâchoires?

Nous avons dit que le gaz hydrogène protophosphoré ne pouvait entrer que pour très-peu dans les émanations, mais en admettant même sa présence, nous sommes disposé à nier son influence sur la maladie en question. Nous savons, en effet, que quelques-unes des personnes qui ont été plongées avec M. Paul Thénard, pendant près de vingt-deux mois, dans une atmosphère infectée par le gaz hydrogène protophos-

phoré, avaient des dents gâtées et n'ont éprouvé aucun accident.

Mais outre l'hydrogène phosphoré et les acides du phosphore, il y a, nous l'avons dit, du phosphore en nature dans l'atmosphère des fabriques. Et si l'on réfléchit à l'action si violente de ce corps sur les tissus vivants, n'est-on pas autorisé à soupçonner son intervention directe dans la production des phénomènes pathologiques que nous venons d'étudier?

Il n'était pas sans intérêt de rechercher si l'appareil respiratoire, la bouche et les os maxillaires étaient les seules parties qui fussent influencées d'une manière générale et évidente par une exposition prolongée aux émanations phosphorées. Les fonctions digestives, la nutrition générale, n'en reçoivent-elles aucune atteinte? Nous avons voulu résoudre ces questions, et nous avons rencontré presque toujours des faits si complexes, que nous avons dû conclure avec une extrême réserve.

Enfin, on connaît les opinions émises par des médecins et des physiologistes sur les propriétés aphrodisiaques du phosphore administré à petites doses. Beaucoup d'observations faites dans les laboratoires de chimie, et chez les fabricants et les débitants de phosphore, semblent confirmer cette opinion et prouver en outre que le phosphore, absorbé sous forme gazeuse, agit encore d'une manière plus marquée qu'introduit par les voies digestives. La même action appartient-elle aux composés du phosphore? Il est certain qu'elle n'appartient pas à tous: ainsi, les ex-

périences de M. P. Thénard démontrent que le gaz hydrogène protophosphoré, loin d'agir comme aphrodisiaque, produit au contraire une sorte d'énervation assez marquée.

Les vapeurs des acides du phosphore paraissent exercer une action irritante, mais non aphrodisiaque.

Il y aurait donc de l'intérêt à rechercher quelle est l'influence produite sous ce rapport par les émanations phosphorées propres aux fabriques d'allumettes chimiques. Nous aurions voulu recueillir des renseignements précis sur ce point, et nous nous sommes adressé dans ce but à plusieurs personnes que nous pouvions librement questionner. Nous avons obtenu des réponses contradictoires, et ce qui nous a été dit sur la dépravation morale des individus livrés au travail des allumettes, ne nous a paru que l'expression d'un fait malheureusement trop général parmi les masses livrées à l'industrie, et surtout aux industries mal salariées. Pour avoir des données certaines, il aurait fallu pouvoir questionner tous les ouvriers, et l'on comprend les insurmontables difficultés de cette tâche, dans une industrie qui n'occupe presque que des femmes.

C'est encore une lacune à combler.

3° *Du mastic des allumettes chimiques considéré comme poison; propriétés toxiques de l'eau phosphorée et des composés phosphorés en général.* On a proposé de se servir de diverses pâtes phosphorées, en particulier d'un mélange de beurre et de phosphore, pour empoisonner les rats; et tous les fabricants d'al-

lumettes chimiques savent, en effet, que le mastic des allumettes est un poison violent, non-seulement pour les rongeurs, mais encore pour les gallinacés et les chiens, qui l'avalent sans répugnance. On a même remarqué que les chiens et les poules boivent avec plaisir l'eau dans laquelle le phosphore a été conservé, et la préfèrent à l'eau ordinaire. Cette observation a été répétée sur plusieurs poules et sur plusieurs chiens, qui ont été victimes de cette préférence. M. Malbec a présenté à des chiens, déjà malades par suite de l'ingestion de cette eau phosphorée, deux vases remplis l'un de ce liquide et l'autre d'eau pure, et a toujours vu ces animaux choisir le premier. Au bout de peu de jours, les chiens maigrissaient, les gencives et les conjonctives jaunissaient; ils rendaient du sang par l'anus, et finissaient par succomber.

Il est probable que les propriétés toxiques des mastics chimiques tiennent surtout au phosphore qui s'y trouve en nature. Il y aurait cependant de l'intérêt à expérimenter comparativement cette substance et le phosphore pur, l'une et l'autre pouvant être employés dans des vues criminelles, et les mastics chimiques étant d'un maniement facile et de jour en jour plus commun.

TROISIÈME PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

RÈGLEMENTS ACTUELS.

Il nous reste, pour achever de remplir notre tâche, à montrer l'insuffisance des règlements administratifs relativement à l'industrie des allumettes et la nécessité d'une réforme complète. Nous terminerons en faisant connaître les mesures à l'aide desquelles l'autorité pourrait parvenir à rendre cette industrie compatible avec la salubrité publique et la santé des ouvriers.

En 1835, lorsque MM. Gaultier de Claubry et Barruel avisaient aux moyens de prévenir les dangers du transport des poudres préparées avec le fulminate de mercure, la fabrication des allumettes chimiques était à peine née parmi nous; elle préludait, au milieu des tâtonnements et des essais empiriques, au rôle considérable qu'elle occupe aujourd'hui, et échappait aux investigations par son obscurité.

Mais ses progrès furent si rapides et signalés par tant d'accidents, que le Conseil de salubrité prit l'éveil et se préoccupa d'abord des dangers qui pouvaient

résulter du transport des produits versés journellement aux consommateurs par cette industrie nouvelle.

Deux rapports du Conseil, en date l'un du 22 décembre 1837, et l'autre du 24 avril 1838, motivèrent une ordonnance de police, dans laquelle on voit les allumettes chimiques assimilées aux poudres fulminantes et soumises aux mêmes règlements que celles-ci pour le transport.

Cette ordonnance, datée du 21 mai 1838, porte, premièrement, défense de transporter tous objets fabriqués avec des poudres détonnantes et fulminantes, c'est-à-dire les capsules ou autres amorces et les allumettes, *par la voie des messageries et autres voitures de transport de voyageurs.*

En second lieu, elle ordonne que le transport ne s'effectuera que par la voie du roulage ou par eau.

Que, dans l'un et l'autre cas, la nature des colis sera déclarée par l'expéditeur à l'entrepreneur du transport, et que les colis seront marqués du timbre du commissaire de police ou du maire du lieu de l'expédition.

Enfin, l'ordonnance exigeait les précautions suivantes : « Les capsules, amorces ou allumettes, réunies en paquets ou en boîtes, seront renfermées dans des caisses assemblées à queue-d'aronde ; le couvercle sera fixé par une lanière en cuir bien cordée. Sur les bords supérieurs de la caisse sera fixée une basane mince, sur laquelle portera le couvercle. Dans l'intérieur sera placée une peau de basane qui n'y sera pas fixée, et dont la grandeur devra être suffisante pour

que la caisse étant remplie, elle puisse recouvrir entièrement les boîtes ou paquets. »

Ainsi, l'ordonnance du 21 mai avait un seul but, celui de prévenir les accidents pendant le transport des allumettes. Quoique plusieurs fabriques eussent pris déjà des proportions assez considérables, on ne songeait pas à réglementer la fabrication elle-même, et on ne soupçonnait pas ses effets fâcheux sur la santé des ouvriers.

Aujourd'hui, l'expérience a appris les accidents et les inconvénients divers attachés à cette fabrication; cependant la législation ne s'est ni complétée, ni perfectionnée; nous dirons plus, l'ordonnance du 21 mai, tout insuffisante qu'elle est, n'est point et n'a jamais été rigoureusement exécutée : des paquets d'allumettes chimiques, plus ou moins considérables, parviennent aux débitants de province par des moyens prohibés, même par l'intermédiaire des conducteurs de diligence; et comme les maisons de roulage qui ont des services réguliers se refusent au transport de ces matières, on profite de toute espèce de moyens irréguliers, et dans ces cas on n'observe pas, même dans l'assemblage, les précautions prescrites dans l'ordonnance.

En disant que l'ordonnance du 21 mai est insuffisante, nous entendons qu'elle est insuffisante même au point de vue du transport des allumettes : pour le prouver, il suffit de remarquer qu'elle autorise le transport en vragues ou en paquets, et de rappeler les faits rapportés dans la deuxième partie de ce travail.

Le moment est cependant venu pour cette industrie de la placer sous l'empire d'une législation salutaire, dont les travaux du Conseil de salubrité peuvent dès à présent sans doute fournir les éléments essentiels. Nous savons même que plusieurs rapports faits au sein de ce Conseil ont été transmis à M. le ministre du commerce, et nous aimons à croire que l'on songe à préparer une ordonnance qui deviendra obligatoire dans toute la France, et à laquelle on aura soin d'annexer des instructions particulières capables de garantir la santé des ouvriers.

Nous savons que M. Payen et M. Chevallier ont, dans ces derniers temps, porté leur attention sur ce sujet. M. Payen s'est livré à l'examen des procédés de fabrication et a proposé à l'administration plusieurs mesures sages que nous ferons connaître bientôt. De son côté, M. Chevallier a noté avec soin et publié dans différents recueils scientifiques, particulièrement dans son *Journal des Connaissances nécessaires*, les accidents résultant de la fabrication ou du transport des allumettes.

Le moment est donc tout-à-fait opportun pour ceux qui se sont livrés à l'étude de ces questions, de faire connaître le résultat de leurs observations personnelles, de joindre leurs efforts à ceux des chimistes qui viennent d'être nommés, pour formuler un ensemble de mesures qui embrassent toutes les difficultés du sujet.

Ce plan, nous allons essayer de le tracer, et nous le soumettons à l'examen des hommes plus compétents, qui pourront le modifier et le compléter.

Nous devons ajouter que les fabricants importants de Paris nous ont paru attendre avec impatience le moment où leur industrie sera placée sous la sauvegarde d'une législation salutaire. Quelques-uns ont déjà fait de louables efforts pour affranchir leurs fabriques des inconvénients les plus graves, et nous ne doutons pas qu'ils ne s'empressent de compléter la réforme, en adoptant les mesures qui seront proposées. Le point le plus important pour eux, c'est que tous les établissements de France soient compris dans les règlements nouveaux et placés dans des conditions uniformes.

CHAPITRE II.

RÉFORMES.

Dans les arrêtés qui ont été pris au sujet des fabriques d'allumettes le plus récemment établies, ces fabriques ont été mises au rang des établissements insalubres dits de *première classe*, c'est-à-dire dont le voisinage est *dangereux* et qui doivent être éloignés des habitations particulières. Toutefois, comme plusieurs fabriques existaient déjà lorsque ces arrêtés ont été pris, et que les art. 11 et 12 du décret du 15 octobre 1810 portent que les dispositions de ce décret n'auront pas d'effet rétroactif, à moins qu'il ne survienne de graves inconvénients pour la salubrité publique, la culture ou l'intérêt général, il se trouve qu'un très-petit nombre de fabriques d'allumettes sa-

tisfont aux conditions du décret. Ainsi, les deux plus grandes fabriques de Paris sont situées sur la voie publique et contiguës à des habitations particulières. Cette situation serait très-périlleuse, ainsi que le prouvent quelques-uns des exemples que nous avons cités, et il y aurait lieu de réclamer l'exécution de l'art. 12 du décret impérial, si les mesures que nous allons proposer ne nous paraissaient de nature à diminuer considérablement les inconvénients et les dangers. Un membre distingué du Conseil de salubrité, que nous avons consulté, nous a assuré que le Conseil demanderait au ministre de maintenir le classement provisoirement adopté pour les fabriques d'allumettes; cette sévérité ne peut qu'être approuvée. Toutefois, nous laissons à décider si, lorsqu'on aura adopté les mesures que nous allons proposer, les fabriques d'allumettes ne pourraient pas figurer dans la *seconde classe*, c'est-à-dire parmi les établissements dont « *l'éloignement* » *des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire;* » mais il importe de ne permettre la formation qu'a» près avoir acquis la certitude que les opérations que » l'on y pratique sont exercées de manière à ne pas » incommoder les propriétaires du voisinage, ni à leur » *causer des dommages.* »

Examinons maintenant ce qu'il conviendrait de faire pour légitimer cette tolérance.

Les mesures qu'il convient de prendre embrasseront non seulement toutes les parties de la fabrication des allumettes, mais encore le transport et le débit de ces produits; elles auront pour but de parer aux acci-

dents qui peuvent survenir dans toutes ces circonstances, et enfin de pourvoir au maintien de la salubrité des ateliers. C'est pourquoi nous diviserons nos propositions en trois catégories, suivant qu'elles auront trait :

1° A la *fabrication* proprement dite ;

2° Au transport et au débit des allumettes ;

3° A la salubrité des ateliers.

§ Ier. FABRICATION.

1° *Préparation du mastic.* Malgré les progrès que les fabricants ont déjà faits dans la préparation du mastic, il importe d'exiger deux précautions capitales, qui ont été signalées au ministre du commerce par M. Payen. La première consiste à exclure *complètement le soufre* du nombre des substances qui entrent dans le mastic. La seconde consiste à diviser *toujours le phosphore seul,* et à ne le mêler aux autres substances que lorsque celles-ci sont de leur côté parfaitement broyées et que les mélanges sont convenablement refroidis. Quant aux précautions particulières qu'exige chacune des opérations, nous renvoyons à ce qui a été dit dans la première partie de ce travail. Nous ajouterons seulement à ce qui a été dit, qu'on devra examiner la question de savoir si l'on ne pourrait, comme en Allemagne, bannir entièrement le chlorate de potasse de la fabrication des allumettes. En faisant cette proposition, nous avons moins en vue les explosions qui peuvent survenir dans les fabriques,

que les accidents qui arrivent journellement dans l'emploi domestique des allumettes.

Enfin, après avoir pris des mesures contre la trop grande *explosibilité* des mastics, il serait utile de se prémunir contre leur trop grande *sensibilité*. M. Malbec, qui a senti l'importance de cette question, a imaginé un appareil fort simple pour déterminer avec précision le degré de sensibilité du mastic. Cet appareil est formé par un vase convenablement disposé et contenant du mercure que l'on chauffe au bain-marie jusqu'à 80 ou 90 degrés ; c'est à cette température qu'il convient d'essayer la pâte. On en charge le bout d'une allumette et on plonge celle-ci dans le mercure; si la pâte s'enflamme, on reconnaît qu'elle est trop sensible, et l'on augmente la quantité des substances qui servent à écarter les molécules du phosphore.

2° *Trempage au mastic*. Défendre d'employer les tables de marbre pour la pratique du trempage; exiger que l'opération se fasse sur des tables de pierre, comme dans beaucoup d'établissements d'Allemagne, ou plutôt dans des auges de cuivre à fond plat, reposant sur des tables de pierre, ainsi que cela a lieu chez M. Malbec.

3° *Étuve*. M. Payen a réclamé déjà plusieurs modifications dans les dispositions habituelles des étuves ou séchoirs des allumettes. Il demande que le sol de l'étuve soit constamment recouvert d'une couche d'environ 10 centimètres (3 pouces 8 lignes) de sable fin; qu'un appareil de ventilation soit établi dans l'étuve; qu'on ne puisse placer dans l'étuve aucune substance

inflammable autre que les allumettes destinées à sécher. Ainsi, défendre que l'on y dépose la portion de bois, ainsi que cela a lieu chez de petits fabricants; défendre l'emploi du bois dans la construction des casiers où les allumettes sont déposées pour sécher; exiger que les casiers soient en fer. Les séchoirs de M. Malbec, divisés en plusieurs pièces, présentent la plupart de ces conditions.

4° *Transport de l'étuve aux ateliers.* M. Payen a demandé encore que le transport des allumettes desséchées à l'étuve, dans les ateliers où les châssis sont démontés, se fasse dans des étouffoirs en tôle galvanisée.

5° *Mise en paquets.* Les faits ont surabondamment prouvé les dangers des allumettes réunies en paquets ou en vragues. Ces dangers concernent l'emmagasinage aussi bien que le transport et la vente. La première mesure à prendre pour prévenir ces dangers, devrait être de défendre absolument que les allumettes sortissent en paquets des fabriques, et d'exiger que chaque jour le produit de la fabrication soit mis en boîtes à mesure qu'on le rapporte de l'étuve.

6° *Précautions contre l'incendie.* Exiger que tout fabricant d'allumettes possède une pompe à incendie en bon état.

§ II. TRANSPORT ET DÉBIT.

1° *Transport en paquets et en vragues.* L'ordonnance du 21 mai 1838 prescrit le transport par le rou-

lage ou par eau; elle prescrit aussi certaines dispositions pour l'emballage en caisses; mais elle ne défend pas de remplir ces caisses d'allumettes en paquets ou en vragues. C'était là le point essentiel, et l'expérience a démontré que presque tous les accidents survenus pendant le transport ont été occasionés par des allumettes en vragues. Il y a en ce moment, à Paris, des fabriques où l'on ne met jamais une seule allumette en boîte. Tout est mis en paquets, ces paquets sont réunis en vragues que l'on enveloppe d'une feuille de papier gris, et c'est ainsi qu'on transporte les allumettes dans l'intérieur de Paris. Le danger est compris des fabricants, bien que quelques-uns se soient endormis dans une trompeuse sécurité; ils sentent que dans leur intérêt même, en raison des difficultés qu'ils éprouvent pour l'envoi de leurs marchandises et de la répugnance des rouliers à s'en charger, une ordonnance qui interdirait absolument le transport des allumettes en vragues, aurait le résultat qu'elle ferait revenir les maisons de roulage de leurs craintes et donnerait à cette industrie des facilités qu'elle n'a pas, et dont les développements considérables lui font une nécessité.

Une pénalité très-sévère devrait être attachée à l'infraction de l'article de règlement dont nous parlons.

2o *Transport des boîtes d'allumettes.* La fabrication des boîtes mérite l'attention par rapport aux questions de transport et de débit. Les boîtes dont on se sert en France ont plus d'un inconvénient. Les unes sont trop grandes, contiennent des quantités considérables

d'allumettes, et peuvent facilement transmettre l'incendie. Les autres sont souvent mal confectionnées; le couvercle est mal adapté et les parois sont trop peu résistantes. Il faudrait donc interdire d'abord, non-seulement les boîtes de 1,000 à 1,200 allumettes, dont nous avons vu des modèles dans certaines fabriques, mais toutes les boîtes contenant plus de 100 allumettes. En Allemagne on fait beaucoup de boîtes de 40 à 50 allumettes, et plusieurs fabricants ont adopté pour les boîtes de 100 des dispositions ingénieuses. Ils se servent de petits tonneaux de bois de sapin creusés au tour, et d'une seule pièce, et fermés exactement à l'aide d'un couvercle du même bois. On trouve à Paris des allumettes allemandes qui ont été transportées, et sont vendues dans ces sortes de tonneaux. Il serait peut-être impossible en France de confectionner économiquement des boîtes semblables; mais du moins faudrait-il exiger que les boîtes fussent confectionnées avec plus de soin et de solidité. Ce serait une garantie importante pour le transport et le débit.

§ III. CONSTRUCTION DE LA FABRIQUE ET SALUBRITÉ DES ATELIERS.

1° *Construction de la fabrique.* La séparation complète des ateliers est le point essentiel dans la construction d'une fabrique d'allumettes chimiques; c'est non-seulement la condition indispensable pour donner aux ateliers les dispositions que réclame la santé des ouvriers, mais c'est aussi la meilleure des précautions

à prendre contre les effets des incendies et des explosions.

Déjà quelques fabricants éclairés ont compris l'importance de cette séparation, et les établissements de MM. Malbec et de La Courcelle prouvent que ces fabricants ont voulu séparer le travail qui expose aux émanations phosphorées du reste de la fabrication. Mais il ne suffit pas de séparer le travail insalubre du travail ordinaire, il faut encore assainir le premier, et placer autant que possible tous les travailleurs dans des conditions semblables.

Pour cela il est nécessaire, non-seulement d'établir un local séparé pour chaque opération, mais encore d'adopter certaines règles dans la position respective de chaque atelier, sa construction, etc.

Nous nous ferons mieux comprendre en accompagnant d'une figure la description des dispositions qui nous paraissent indispensables pour faire disparaître les dangers et les inconvénients attachés à la fabrication des allumettes (*Pl.* LXXXIII, *fig.* 28).

1° Le *broyage* des substances et la *préparation du mastic* devront se faire dans un petit pavillon F, composé d'une seule pièce au rez-de-chaussée, isolée de toutes parts.

2° Le *soufrage* et le *trempage au mastic* se pratiqueront ensemble, dans un pavillon G également isolé de toutes parts, plus vaste que le précédent et composé de même d'une seule pièce au rez-de-chaussée. Le toit de ce pavillon sera assez élevé, et fermé en partie de vitrages offrant des pièces mobiles, qui seront te-

nues ouvertes et par lesquelles les vapeurs pourront s'échapper. Il sera facile d'ajouter d'autres dispositions pour établir un renouvellement continuel de l'air dans cette pièce, où le soufreur et le trempeur devront être seuls à séjourner.

3° L'*étuve* occupera un bâtiment (D) plus grand que les précédents, isolé également de toutes parts et composé seulement d'un rez-de-chaussée. On n'emploiera dans l'étuve que des matériaux en fer. On pourra y établir une ventilation suffisante à l'aide d'un appareil très-simple, ainsi que cela se pratique chez M. Malbec.

4° *Montage et démontage des presses; mise en boîtes*. Les ateliers les plus importants sont : celui du montage des presses, à cause du grand nombre de personnes que cette opération exige, et celui du démontage et de la mise en boîtes, qui occupe encore une certaine quantité d'ouvriers : le montage n'exposant à aucune émanation, le point essentiel est de l'éloigner des autres opérations. Le démontage, au contraire, et la mise en boîtes étant très-insalubres, il faut s'attacher à donner à l'atelier destiné à ces travaux les conditions les plus avantageuses. D'autre part, le prix du terrain, surtout aux environs de Paris, s'opposerait à ce qu'une fabrication considérable fût établie entièrement au rez-de-chaussée. Nous avons dû chercher par conséquent à concilier les exigences de l'industrie avec celles de l'hygiène, en réunissant les deux opérations les plus importantes de la fabri-

cation des allumettes dans un même bâtiment, disposé de la manière suivante (E) :

Ce bâtiment sera composé de deux étages et isolé de toutes parts. Au rez-de-chaussée, on établira les montants de presses ; l'atelier occupera toute la longueur du bâtiment ; il offrira une rangée de fenêtres sur chacune des faces du bâtiment.

L'étage supérieur n'aura aucune communication directe avec le rez-de-chaussée, et l'on y arrivera par un escalier extérieur. Il présentera un seul atelier, offrant également une double rangée de fenêtres, et en outre le toit qui le recouvrira sera percé de même de plusieurs fenêtres dont les carreaux seront disposés de manière à donner continuellement issue aux vapeurs et accès de l'air extérieur. A l'aide de ces simples dispositions, on aurait pour les *démonteuses et monteuses en boîtes*, un atelier vaste, à l'abri de l'humidité et suffisamment aéré. Si l'établissement des vitrages du toit ne suffisait pas, il serait aisé d'obtenir une ventilation plus parfaite.

Il reste à parler des *magasins* et du *logement du fabricant* ou *du contre-maître*. On y affectera un cinquième bâtiment, isolé de toutes parts comme les précédents, et auquel le fabricant donnera l'étendue et les dispositions qui lui paraîtront convenables (H).

Il nous semble qu'en adoptant les dispositions indiquées plus haut, on réaliserait toutes les améliorations qu'il est possible d'attendre présentement. Et si l'on joint à ces dispositions la construction d'un mur d'enceinte (B) de 2 mètres (6 pieds) au moins d'élévation,

entourant les cinq bâtiments isolés, et se trouvant éloigné partout d'environ 1 mètre (3 pieds) de ces bâtiments, on se convaincra que les fabriques d'allumettes, bâties sur ce plan, pourraient, sans inconvénient, n'être pas éloignées de la voie publique (A) et des maisons habitées, d'un espace plus considérable que celui que circonscrit le mur d'enceinte.

Nous sommes persuadé que ce plan n'offrirait aucune difficulté dans sa réalisation. Puisse-t-il satisfaire les hygiénistes et les administrateurs !

En Sardaigne, on a défendu la fabrication des allumettes; les Allemands l'ont notablement perfectionnée ; il serait honorable pour la France de l'assainir.

NOTE ADDITIONNELLE.

Depuis la publication de nos recherches dans la *Revue Médicale* et dans le *Technologiste*, plusieurs personnes se sont occupées du sujet que nous venons de traiter.

M. le docteur Dupasquier, de Lyon, a adressé à l'Académie des Sciences, le 31 août, et publié ensuite dans le numéro d'octobre 1846 des *Annales d'hygiène*, un *Mémoire relatif aux effets des émanations phosphorées sur les ouvriers employés dans les fabriques de phosphore et les ateliers où l'on prépare les allumettes chimiques.*

Des faits exposés dans ce mémoire il résulte, d'après M. Dupasquier :

1° Que les émanations phosphorées n'exercent point sur les ouvriers les influences funestes qu'on leur a attribuées ;

2° Qu'elles ne donnent lieu qu'à une irritation bronchique nullement grave, qui disparaît bientôt par l'habitude qu'acquiert la membrane muqueuse pulmonaire du contact de ces vapeurs phosphorées.

M. Dupasquier ajoute : « Par ces conclusions fondées sur ce qui a été observé dans les fabriques lyonnaises, je ne prétends pas infirmer l'exactitude des faits graves signalés dans les fabriques allemandes et dans celles des environs de Paris; ces faits seulement doivent, d'après ce qui précède, être attribués à d'autres causes qu'à l'influence des vapeurs phosphorées, peut-être sont-ils la conséquence de l'emploi de l'acide arsenieux dans la composition de la pâte phosphorique.

» J'ai appris, en effet, de la manière la plus certaine, que malgré la défense faite par le Conseil de salubrité de Paris d'employer l'arsenic dans la composition des allumettes chimiques, beaucoup de fabricants en introduisent encore une quantité considérable, qui s'élève même jusqu'au quart du poids total des matières employées dans cette composition.

» Ce qui a été observé dans la fabrique de phosphore de la Guillotière pendant que ce produit contenait de l'arsenic, et la certitude que j'ai acquise d'ailleurs que les fabriques d'allumettes de Lyon ne faisaient jamais usage d'acide arsenieux, rendent au moins très-probable l'opinion que je viens d'émettre sur la cause des accidents produits à Paris et à Vienne par la fabrication des allumettes chimiques.

» L'action stimulante bien connue qu'exerce le phosphore sur les organes génitaux quand il est administré à l'intérieur, m'avait fait penser, ajoute M. Dupasquier, que les ouvriers exposés aux vapeurs phosphorées devaient être sujets plus ou moins à cette sorte de surexcitation; mais tous les renseignements que j'ai pris à cet égard m'ont conduit, à mon grand étonnement, je dois le dire, à un résultat complètement négatif. »

Nous accueillons avec empressement ces résultats, différents des nôtres, et recueillis par un observateur en qui nous avons pleine confiance. Nous nous applaudissons surtout de ce que M. Dupasquier a comblé une lacune que nous avions signalée et que notre position personnelle ne nous avait pas permis de combler nous-même, en étudiant sous le rapport de la salubrité les ateliers consacrés à la fabrication du phosphore.

Voici quels ont été les résultats de l'enquête faite par M. Dupasquier dans la fabrique de gélatine et de phosphore établie au territoire de Barraband, commune de la Guillotière :

Parmi les nombreuses opérations que nécessite l'extraction du phosphore, il en est trois qui donnent lieu à des émanations de nature plus ou moins irritante : 1° *le traitement par l'acide sulfurique des os calcinés et réduits en poudre*, 2° *la distillation ou extraction du phosphore*, 3° *le moulage du phosphore*.

« 1° Quand on traite, dit M. Dupasquier, par l'acide sulfurique les os calcinés à blanc, réduits en poudre

et mêlés à l'eau de manière à former une bouillie un peu liquide, la chaleur vive qui résulte de la réaction fait dégager des vapeurs très-irritantes pour l'appareil respiratoire, et qui sont formées de vapeur d'eau (1) entraînant de l'acide sulfurique et mélangées d'acide carbonique.

» Ces vapeurs déterminent dans l'origine quelques secousses de toux, mais qui cessent avec l'influence de ces vapeurs irritantes. Les ouvriers d'ailleurs ne tardent pas à s'y habituer et n'en souffrent nullement ensuite ; elles ne pourraient être réellement nuisibles qu'aux individus atteints préalablement de catarrhe aigu ou chronique, de tubercules pulmonaires ou de quelque autre affection des organes de l'appareil respiratoire.

» 2° La distillation, c'est-à-dire l'extraction du phosphore proprement dite, du phosphate acide de chaux mélangé de charbon, est l'opération qui donne lieu au plus grand dégagement de vapeurs phosphorées.

» Cette opération se pratique au moyen de huit fourneaux en activité jour et nuit et qui contiennent cent huit cornues, chacune de la capacité de 50 à 60 litres. Chaque cornue produit environ 4 kilog. (8 livres) de phosphore. Dès que le phosphore commence à passer dans le récipient, c'est-à-dire après douze ou quinze heures de chauffage, et pendant tout le reste de la durée de l'opération, qui est de cinquante-cinq à

(1) Quand les os sont imparfaitement calcinés, il se dégage aussi de l'acide sulfhydrique.

soixante heures, il se dégage continuellement des vapeurs blanchâtres très-piquantes et d'une forte odeur phosphorée. Ces vapeurs forment comme un nuage épais dans les ateliers où se pratique la distillation.

» Ces émanations sont primitivement composées d'acide carbonique, de *phosphure d'hydrogène*, de *phosphore* en vapeur et de vapeur d'eau; mais comme une partie de ces émanations s'enflamment au moment de leur arrivée au contact de l'air, il se forme un nouveau produit, de l'*acide phosphorique*. Ce sont les vapeurs blanches de cet acide qui rendent surtout les émanations phosphorées visibles à l'œil, et qui leur communiquent particulièrement la propriété d'irriter assez fortement la muqueuse bronchique.

» La première impression de ces vapeurs irritantes est toujours assez pénible pour l'appareil respiratoire, et l'on y résiste d'abord assez difficilement; cependant les ouvriers s'y habituent promptement et vivent ensuite au milieu de ces émanations sans en être impressionnés en aucune manière et comme au milieu de l'atmosphère la plus pure.

« 3° Le moulage se pratique dans un atelier spécial. Cette opération consiste à purifier d'abord le phosphore des impuretés et particulièrement de l'oxyde qu'il contient toujours après la distillation, en le faisant passer en état de fusion dans l'eau, au travers d'une peau de chamois; plusieurs ouvriers aspirent ensuite la matière purifiée et fondue dans des tubes de verre, où elle se solidifie par le contact de l'eau froide et se moule en petits cylindres d'un centimètre (5 lignes) environ de diamètre.

» Le local où se pratique le moulage est peu spacieux. Le plancher présente une ouverture pour faciliter le renouvellement de l'air et porter au-dehors les vapeurs phosphorées qui remplissent l'atelier. Malgré cette disposition l'odeur de phosphore est extrêmement forte dans cette partie de l'établissement.

» Les émanations phosphorées produites par la purification et le moulage ne sont point aussi irritantes pour la muqueuse bronchique que celles des ateliers où se pratique la distillation; mais elles n'en introduisent pas moins dans l'organisme des ouvriers une notable quantité de phosphore ; et si cette matière, après son absorption, soit par la peau, soit par la muqueuse pulmonaire, était susceptible de produire les effets morbides qui ont été signalés dans les fabriques d'allumettes de Paris et dans les fabriques allemandes, nul doute qu'ils n'eussent été observés ici et d'une manière bien plus prononcée encore, vu l'étroitesse, l'humidité constante de l'atelier, vu l'immense quantité de phosphore qui y passe journellement dans les mains des ouvriers. Les vapeurs de cet atelier sont en effet de même nature que celles qu'on respire dans les fabriques d'allumettes chimiques, mais seulement bien plus abondantes et par conséquent plus susceptibles de produire des maladies qui n'auraient pour cause que l'influence immédiate du phosphore sur l'organisme.

» Ces vapeurs qui se dégagent soit de l'eau où l'on fond d'énormes quantités de phosphore, soit surtout de cette substance elle-même, toutes les fois qu'elle

se trouve au contact de l'air, ce qui arrive assez fréquemment dans la manipulation du moulage et de la mise en boîtes, se composent surtout d'acide *hypophosphorique* probablement mélangé à de petites quantités de *phosphure d'hydrogène*, provenant de l'eau où se pratique la fusion. Nul doute aussi que le *phosphore libre* ne se trouve lui-même à l'*état de vapeur*, comme élément de ces émanations phosphorées. Un fait qui m'a été signalé par un fabricant d'allumettes semble du moins le démontrer : lorsque les ouvriers qui ont passé la journée au milieu des vapeurs de phosphore se trouvent le soir dans l'obscurité, les gaz qu'ils expulsent de l'estomac par des éructations deviennent lumineux, de telle sorte qu'ils paraissent rendre des flammes par la bouche, et qu'ils se font un véritable jeu de ce phénomène remarquable, sans qu'ils ressentent du reste aucune incommodité de l'état d'imprégnation phosphorée où se trouve alors leur organisme. Or, de semblables effets ne peuvent guère s'expliquer que par l'absorption du phosphore à l'état de vapeur. On sait que M. Magendie a observé un phénomène analogne quand il injectait de l'huile phosphorée dans les veines d'un chien : l'haleine de cet animal ne tardait pas à devenir lumineuse dans l'obscurité. »

Passant à l'étude de l'influence des vapeurs phosphorées sur les ouvriers, M. Dupasquier s'exprime ainsi :

« Depuis qu'on pratique l'extraction du phosphore dans cette fabrique, c'est-à-dire depuis huit années, *aucun cas de maladie pouvant être attribué à l'in-*

fluence des vapeurs phosphorées, n'a été observé parmi les ouvriers, même chez ceux qui sont continuellement occupés à la distillation et au moulage (dix-huit environ). Ces travaux n'ont donné lieu qu'à quelques brûlures, etc.

» Cependant, à une époque où l'on employait, pour obtenir le phosphate acide de chaux, de l'*acide sulfurique arsenifère*, d'où il résultait que le phosphore extrait par le moyen de cet acide contenait une proportion assez notable d'arsenic, on a remarqué que les ouvriers employés à la distillation éprouvaient parfois une sorte de contraction douloureuse à la gorge ; plusieurs furent même obligés de cesser ce travail. Cet accident se remarquait surtout quand on distillait des résidus de phosphore très-chargés d'arsenic; l'influence des vapeurs dans ce cas allait jusqu'à déterminer des vomissements qui se répétaient quatre ou cinq fois par jour; par suite alors il survenait bientôt de l'inappétence et un trouble plus ou moins prononcé des fonctions digestives. C'était là d'ailleurs les seuls accidents déterminés par l'action des vapeurs phosphorées arsenicales. Depuis qu'on n'emploie dans la fabrique que de l'acide sulfurique non arsenifère ou du moins purifié par le *sulfure de baryum*, selon le procédé que j'ai indiqué, ces accidents n'ont plus été remarqués. Du reste, ni pendant l'emploi des acides sulfuriques souillés d'arsenic, ni depuis, ni enfin à aucune autre époque, on n'a remarqué dans cet établissement, où l'on extrait et manipule cependant des énormes quantités de phosphore, l'affection pulmo-

naire si grave observée par M. le docteur Gendrin chez les ouvriers de quelques fabriques d'allumettes chimiques de Paris. Il est essentiel de remarquer aussi qu'on n'y a vu aucun cas de cette maladie gangréneuse des gencives avec nécrose des os maxillaires, signalée d'abord en Allemagne et depuis étudiée et décrite par M. le docteur Théophile Roussel. C'est là un point sur lequel les propriétaires de la fabrique de phosphore de même que tous leurs ouvriers se sont expliqués de la manière la plus nette et la plus positive. »

Nous avons tenu à citer dans leur entier les passages du mémoire de M. Dupasquier qui ne concordent pas avec les résultats de nos propres études. Nous pensons, pour notre part, que c'est toujours ainsi qu'il convient de procéder. Nous dirons maintenant qu'il y a dans notre mémoire, tel que nous l'avons présenté à l'Académie des Sciences, et tel qu'il a été publié (1), deux parties bien distinctes, l'une de faits d'observations, à laquelle rien ne saurait porter atteinte, l'autre d'inductions, de théorie, que nous avons abandonnée à la libre discussion, peu soucieux du sort que la discussion lui réservait. Jusqu'à ce jour cependant aucune des deux parties de ce mémoire n'a été attaquée directement ; il est vrai que les rédacteurs des *Annales d'Hygiène*, dans une note insérée à la suite du mémoire de M. Dupasquier, paraissent disposés à amoindrir l'importance des faits rapportés par nous, en disant que des renseignements recueillis auprès de plu-

(1) Dans la *Revue Médicale*, et séparément, chez Labé, libraire de la Faculté de Médecine.

sieurs fabricants de phosphore par MM. Chevallier, Bricheteau et Boys de Loury, s'accordent à établir que les vapeurs phosphorées ne donnent lieu à aucune maladie particulière, et que les accès de toux qu'elles occasionnent cessent avec la cause qui les détermine; enfin, ces mêmes rédacteurs annoncent (1) la publication prochaine d'un travail dans lequel sont consignés ces documents. Nous regrettons vivement que cette publication n'ait pas encore eu lieu; mais en l'attendant nous ferons deux remarques : 1o que les observations recueillies par nous à Paris, par MM. Strohl et Sédillot à Strasbourg, par M. Lépine à Châlons et par un grand nombre de médecins éminents de l'Allemagne, sont et demeurent acquises à la science; que si dans ces observations l'influence des vapeurs phosphorées de telle ou telle nature peut être contestée, l'influence professionnelle est incontestable; enfin, que pour se prononcer sur une pareille question, il ne faut nullement s'en rapporter à des renseignements recueillis auprès des fabricants. Nous observerons 2o que si l'on admet que les vapeurs phosphorées produisent une toux d'autant plus continue que l'action de ces vapeurs est plus continue elle-même, on n'est pas fondé à conclure d'une manière absolue que cette toux n'ait pas de suites graves. Les faits prouvent au contraire que toute profession dans laquelle la toux est journellement ou plus ou moins souvent excitée (quelle que soit d'ailleurs la cause qui excite cette toux),

(1) *Annales d'Hyg.*, numéro d'octobre 1846.

est, par cela seul, capable de donner lieu à des accidents graves chez un certain nombre d'individus. Nous avons dit expressément que nous n'admettions rien de spécifique dans la cause qui produit la toux chez les ouvriers en allumettes ; mais bien que cette cause ne paraisse agir qu'en irritant, l'irritation bronchique sans cesse renouvelée n'en est pas moins, dans des cas trop nombreux, l'origine de maladies sérieuses des bronches ; elle ne contribue pas moins à hâter, à déterminer même l'évolution des tubercules pulmonaires. Or, cette action suffit pour que nous soyons fondé à maintenir la conclusion à laquelle nous attachons le plus d'importance, à savoir : qu'il est urgent d'éviter par tous les moyens possibles (et nous croyons avoir indiqué ces moyens) l'action des vapeurs irritantes sur les organes respiratoires des ouvriers.

Ces remarques, si nous ne nous trompons, répondent déjà à quelques points du mémoire de M. Dupasquier. Nous ajouterons que les faits rapportés par cet habile observateur, nous paraissent de nature à établir que les ouvriers qui travaillent dans la fabrique de phosphore de la Guillotière, n'éprouvent pas d'accidents graves qu'on puisse attribuer aux vapeurs phosphorées, et qu'ils sont sous ce rapport dans des conditions plus avantageuses que les ouvriers occupés dans un grand nombre de fabriques d'allumettes. A quoi tiennent ces différences? Pour se prononcer, il faudrait étudier avec soin et détail toutes les circonstances hygiéniques qui agissent sur les ouvriers. Mais en attendant qu'on éclaircisse les questions étiologiques

toujours difficiles et obscures, il est un devoir impérieux, principal, pour les hommes de science comme pour l'autorité, c'est de se préoccuper avant tout de la santé des hommes qui travaillent, de ne pas croire que des faits positifs soient réfutés par des faits négatifs, et surtout de ne pas s'endormir dans un optimisme trompeur.

Cet optimisme a déjà pris une trop large place dans le domaine de l'hygiène publique ; et ce sera peut-être un de ces maux qui ne se guérissent que par leurs excès. Quoi qu'il en soit, nous sommes conduit par le sujet même qui nous occupe, à signaler un usage aussi invétéré que fâcheux, qui contribue à induire en erreur des hommes bien intentionnés, et à consolider encore cet empire de l'optimisme aussi funeste à la santé publique qu'à la vérité ; cet usage consiste à s'informer par écrit, en s'adressant aux fabricants eux-mêmes, de ce qui se passe dans leurs fabriques, à se contenter, surtout lorsqu'une industrie est soupçonnée d'insalubrité, des réponses transmises par les propriétaires mêmes des établissements. Nous aurons ailleurs l'occasion de dire avec détail combien il est en général difficile, même en visitant les établissements, de connaître toute la vérité. Nous ne citerons qu'une preuve du degré de confiance qu'il faut attacher à certaines assertions : dans notre mémoire nous avancions, d'après le témoignage presque unanime des personnes compétentes que nous avions pu consulter, que l'arsenic n'était pas employé dans les fabriques de Paris ; or, M. Dupasquier affirme « *savoir de la manière la*

plus certaine que malgré la défense faite par le Conseil de salubrité de Paris d'employer l'arsenic dans la composition des allumettes chimiques, beaucoup de fabricants en introduisent encore une quantité considérable, qui s'élève même jusqu'au quart du poids total des matières employées dans cette composition (1). »

(1) Je tiens, ajoute M. Dupasquier, d'un jeune homme récemment employé comme commis dans une maison de droguerie de Paris, qu'on y vend des doses préparées à l'avance pour la composition des allumettes chimiques. Les doses sont formées de parties égales en poids de phosphore, de chlorate de potasse, d'*acide arsénieux en poudre* et de gomme arabique pulvérisée. Depuis la rédaction de ce mémoire, le même fait m'a été confirmé par un commis voyageur pour la droguerie ; il m'a assuré de la manière la plus positive que plusieurs droguistes de Paris vendent journellement de l'acide arsénieux aux fabricants d'allumettes chimiques.



COTON ET PAPIER-POUDRE

OU

AZOTIQUES.



CHAPITRE PREMIER.

HISTORIQUE. — DE LA XYLOÏDINE ET DE LA PYROXYLINE. — PROPRIÉTÉS ET COMPOSITION DE CES SUBSTANCES.

Dans le courant de 1833, un chimiste bien connu de Nancy, M. Braconnot, ayant dissous l'amidon et quelques autres matières organiques dans l'acide nitrique, obtint, en précipitant par l'eau ces dissolutions, une substance nouvelle dont il ne détermina pas la composition, et à laquelle il donna le nom de *xyloïdine*.

Cette substance était remarquable par sa vive et prompte inflammabilité. Toutefois, il importe de noter qu'elle ne fulminait pas avec autant d'énergie que le coton-poudre dont nous allons parler, et qu'elle laissait un résidu assez notable de charbon.

Cinq ans après la publication des recherches de M. Braconnot, M. Pelouze annonça, dans un intéres-

sant travail, avoir trouvé un procédé beaucoup plus simple et plus économique pour obtenir la xyloïdine ; ce procédé consistait à substituer à la dissolution de l'amidon, l'imprégnation pure et simple du papier, du coton ou du chanvre par l'acide nitrique concentré. M. Pelouze annonça en outre à l'Académie des Sciences que la xyloïdine résultait de l'union des éléments de l'acide nitrique avec ceux de l'amidon, et expliqua par cette composition même l'*excessive combustibilité* qu'il trouvait à cette matière.

On verra plus loin si c'était bien réellement la xyloïdine de M. Braconnot qui avait été obtenue par M. Pelouze.

Quoi qu'il en soit, huit années se sont passées pendant lesquelles les recherches des deux habiles chimistes que nous venons de nommer, ont paru à peu près oubliées. On ne songeait plus à la xyloïdine lorsque, vers la fin de septembre 1846, on a commencé tout-à-coup à faire grand bruit de la découverte d'un chimiste de Bâle, M. Schœnbein, qui annonçait être parvenu à transformer le coton en une substance explosible d'une puissance supérieure à celle de la poudre de guerre, et à appliquer ce nouveau produit aux armes à feu. M. Dumas fut informé de cette invention par une lettre de l'auteur lui-même ; mais comme celui-ci paraissait décidé à garder le secret, et à exploiter industriellement son procédé. Ce savant professeur, interpellé par M. Arago dans une séance de l'Académie des Sciences (7 octobre 1846), se borna à répondre que l'invention lui paraissait sérieuse, et qu'elle se rattachait

très-probablement à l'histoire de la *xyloïdine* de MM. Braconnot et Pelouze.

A partir de ce moment, la question attira l'attention de presque tous les chimistes, et fit en peu de jours de rapides progrès. Diverses recettes pour préparer du *coton fulminant*, du *coton-poudre*, comme on l'a appelé depuis, furent publiées en Allemagne, et l'exactitude en fut vérifiée en France. M. Dumas communiqua le 26 octobre, à l'Académie, les recettes de MM. Otto, de Brunswick, du docteur Knopp, de Leipzig, et du docteur Bley, de Bernburg. Il résultait des expériences de ces chimistes, que l'acide nitrique fumant, concentré tel qu'on l'obtient de la distillation de dix parties de salpêtre et de six parties d'acide sulfurique, avait la propriété de rendre explosifs non-seulement le coton, mais encore, ainsi que s'en était assuré M. Bley, des copeaux et de la sciure de bois.

Comme on le voit, les recettes allemandes n'étaient autres en réalité que le procédé de M. Pelouze pour la préparation de la xyloïdine. Aussi ce dernier n'eut-il qu'à préparer du coton ou du papier, comme il l'avait fait huit ans auparavant, et à introduire 1 décigramme de cette matière dans un pistolet à balle forcée pour obtenir un effet explosif tel qu'une planche de 2 centimètres (9 lignes), placée à une distance de 25 mètres (76 pieds) environ, fut percée, et que la balle vint ensuite s'aplatir contre la muraille. D'autres essais faits en même temps par MM. Prélat, Seguier, Lassaigne, etc., avec des armes de diverses formes, ne permirent plus de mettre en doute les propriétés balistiques du coton et du papier azotiques.

Deux questions importantes, l'une purement scientifique, l'autre pratique, restaient encore à résoudre. Le produit explosif obtenu en 1838 par M. Pelouze, et en 1846 par les chimistes allemands, était-il réellement la xyloïdine de M. Braconnot? Ce produit était-il susceptible de remplacer dans tous leurs usages la poudre de chasse et la poudre de guerre?

On n'avait pas même songé d'abord à poser la première question, et MM. Florès Domonte et Ménard paraissent les premiers avoir constaté des différences essentielles entre la xyloïdine obtenue par le procédé de M. Braconnot et la cellulose traitée par l'acide nitrique monohydraté. Quant à M. Pelouze, qui, de même que la plupart des chimistes, n'avait pas soupçonné de différence importante entre les deux produits, il reconnut bien vite que les substances ligneuses se chargent d'une beaucoup plus grande quantité d'acide azotique que l'amidon, et ne tarda pas à déclarer lui-même que les produits diffèrent autant dans leurs propriétés que dans leur composition. C'est pourquoi, dans la séance du 16 novembre, ce chimiste proposa de désigner sous le nom de *pyroxyle* ou *pyroxyline*, le produit de l'action de l'acide azotique monohydraté sur le coton, le papier et les matières ligneuses, et exposa dans les termes que l'on va lire, les différences qui séparent ce produit de la substance obtenue par M. Braconnot, en précipitant par l'eau la dissolution nitrique de l'amidon et des matières ligneuses.

« La xyloïdine, dit M. Pelouze, est très-soluble

dans l'acide azotique, et cette dissolution, qui se fait rapidement, se détruit du jour au lendemain. La matière de M. Braconnot est alors changée en un acide déliquescent dont j'ai signalé l'existence il y a huit ans.

» La pyroxyline ne se dissout pas dans un excès même considérable d'acide nitrique, elle y reste pendant des jours entiers sans disparaître, sans y perdre de son poids.

» La xyloïdine, bien que très-inflammable, bien que détonnant par le choc, laisse, lorsqu'on la chauffe dans une cornue, un résidu considérable de charbon.

« La pyroxyline chauffée à 175 ou 180 degrés, fulmine avec violence, et sa distillation dans une cornue est matériellement impossible.

» La xyloïdine a pu être analysée comme les autres matières organiques par l'oxyde de cuivre, avec la seule précaution d'augmenter un peu la proportion de cet oxyde.

» La pyroxyline, dans ces circonstances, brise les tubes alors même qu'on opère sur des quantités cent fois moins considérables de matière. »

Voilà pour les propriétés. Quant à la composition des deux substances, M. Pelouze ajoutait : « J'ai conclu de mes analyses, que la xyloïdine pourrait être représentée par un équivalent d'amidon qui aurait perdu un équivalent d'eau et gagné un équivalent d'acide nitrique. Je crois encore aujourd'hui cette composition exacte. »

Pour avoir la formule de la pyroxyline, M. Pelouze a fait choix d'échantillons de coton et de papier ne

laissant qu'une quantité de cendre négligeable, les a séchés à 120 degrés et soumis à l'action, soit de l'acide azotique monohydraté, soit à celle d'un mélange à volumes égaux de ce même acide et d'acide sulfurique concentré.

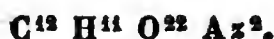
Dans dix expériences qui ont duré depuis dix minutes jusqu'à 48 heures, l'augmentation de poids du coton et du papier a été sensiblement la même. Elle a constamment été comprise entre 68 et 70 pour 100 de matière sèche.

« En admettant, observe M. Pelouze, que la cellulose nitrique est le seul produit qui prenne naissance dans la réaction précédente, le calcul indique qu'elle doit résulter de la combinaison de deux équivalents d'acide azotique monohydraté avec un équivalent de cellulose, moins un équivalent d'eau, et qu'elle a par conséquent pour formule :



$$C^{12}\,H^{9}\,O^{9},\ 2AzO^{5},\ HO$$

Ou sans hypothèse :



$$C^{12}\,H^{11}\,O^{22}\,Az^{2}.$$

Cette composition correspond aux nombres :

Carbone.	26.66
Hydrogène.	3,70
Oxygène.	59,28
Azote.	10,36
	100,00

La formule déduite des analyses de la xyloïdine donne :

Carbone.	34,80
Hydrogène.	4,34
Oxygène.	54,09
Azote.	6,77
	100,00

« De ces données obtenues, sinon par l'analyse directe, au moins par des moyens détournés, irréprochables en apparence, il résulte que lorsque la matière amylacée et la matière ligneuse elle-même perdent leur état solide et passent, l'une à la température ordinaire, l'autre à une température plus élevée, en dissolution dans de l'acide nitrique concentré, le composé ou les composés qui résultent de l'action de l'eau sur de telles dissolutions, diffèrent essentiellement par la composition et par les propriétés de ceux qui résultent d'une simple imprégnation de la cellulose. »

Depuis ces recherches de M. Pelouze, l'étude chimique de la pyroxyline a fait encore des progrès. MM. Fordos et Gélis (23 novembre 1846) ont signalé la formation du bi-oxyde d'azote et d'un composé cyanique dans la combustion du pyroxyle. M. Dumas a signalé plusieurs autres produits dans une note à laquelle nous empruntons les passages suivants : « jusqu'ici (23 novembre) l'analyse du coton fulminant n'a pas été faite. Quelques personnes s'en occupent et peuvent s'exposer à d'inutiles dangers. M. Dumas s'est assuré que cette analyse est très-facile à effectuer au

moyen de l'appareil que MM. Gay-Lussac et Thénard ont appliqué, il y a 40 ans, à l'analyse des matières organiques.

« Le tube de combustion étant chauffé par une lampe à alcool à 200 ou 300 degrés, des boulettes de coton fulminant qu'on y fait tomber brûlent vivement et sans le moindre danger.

» Elles fournissent de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, et, comme on pouvait le prévoir, de la vapeur nitreuse en grande quantité et du bi-oxyde d'azote. Le gaz brut renferme assez de produits inflammables pour brûler à l'approche d'une bougie; la couleur de la flamme y indique des composés du cyanogène. »

A l'occasion de cette note (1), il est survenu entre M. Dumas et M. Pelouze une dissidence d'opinion, touchant l'effet que les produits gazeux dont il vient d'être parlé peuvent exercer sur les armes. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

Nous n'entrerons pas dans de plus longs détails sur cette partie de l'histoire du coton-poudre.

Les utiles recherches de M. Payen, que l'on ne sau-

(1) C'est dans cette note que M. Dumas a indiqué le moyen d'obtenir un produit fulminant avec le chlorate de potasse. « Du coton imprégné de chlorate de potasse donne un produit fulminant supérieur peut-être au coton azotique. 40 ou 50 milligrammes de coton ainsi préparé suffisent à la charge d'un pistolet à balle forcée, et donnent un effet qu'on ne pourrait dépasser sans danger pour l'arme. De la sciure de bois mêlée au même sel donne un mélange explosif d'une activité comparable à celle de ces mêmes corps. »

rait omettre sans laisser une lacune, seront mises plus convenablement à contribution dans la suite de ce travail, et pour en finir avec tout ce qui a trait à l'analyse chimique, nous nous bornerons à reproduire les résultats obtenus par M. Eugène Péligot et signalés dans une note du 7 décembre 1846.

M. Péligot, s'occupant depuis longtemps, de concert avec M. Pouillet, d'un travail sur les produits de la combustion de la poudre à canon, a voulu soumettre le coton fulminant à quelques-unes des épreuves auxquelles avaient été soumise la poudre noire. Pour cela M. Péligot s'est servi de l'appareil qu'il avait déjà employé à la détermination de l'équivalent de l'uranium. Les analyses ont été faites en desséchant le coton-poudre dans le vide, à la température ordinaire. Les résultats qu'elles ont donné conduisent à la formule suivante :

C^{12}. . . .	900,0	22,8 carbone.
H^{9}. . . .	112,5	25,6 eau.
O^{9}. . . .	900,0	
3 Az O^{5}. .	2025,0	52,6 acide azotique.
	3937,5	100,0

« Ainsi, ajoute M. Péligot, en représentant par $C^{12} H^{10} O^{10}$ la composition du coton (cellulose de M. Payen), on voit qu'en contact avec l'acide azotique le coton perdrait un équivalent d'eau et prendrait trois équivalents d'acide azotique. »

Tandis que se succédaient les expériences et les travaux dont nous venons de présenter un résumé

sommaire, les savants et le public ont dû être surpris de voir le chimiste qui avait donné lieu à tout ce mouvement, celui qui le premier avait mis du coton-poudre dans les armes à feu, se tenir à l'écart et persister dans le regrettable parti de faire un secret de son procédé et de ses autres travaux. Au moment où nous écrivons, la seule manière dont M. Schœnbein ait figuré dans les discussions scientifiques relatives au coton-poudre, se résume dans les lignes suivantes, extraites d'une lettre à M. Louyet, et communiquées par M. Dumas : « Permettez-moi, dit M. Schœnbein, de vous assurer premièrement que mon coton-poudre n'est pas, comme quelques chimistes français et même M. Pelouze le croient, cette substance qu'on a appelée *xyloïdine*. J'ajoute que ma méthode de préparer cette matière explosive diffère de celle par laquelle M. Pelouze a fait son papier-poudre.

« Bâle, 17 novembre 1846. »

On a déjà vu et on verra encore mieux quels progrès ont été faits depuis le 17 novembre. Il est malheureux que la fâcheuse pensée d'utiliser industriellement sa découverte, ait empêché M. Schœnbein de diriger lui-même et de hâter ces progrès, et que ce chimiste se soit privé ainsi d'une partie de l'honneur qui lui revenait. Pourquoi n'a-t-il pas suivi les exemples que les chimistes français ont donnés dès longtemps, et qui sont devenus une loi impérieuse dans le monde scientifique? Toutefois, en regrettant une conduite différente, on n'est pas moins forcé de re-

connaître que l'idée d'appliquer aux armes à feu la substance découverte, il y a huit ans, par M. Pelouze, et connue depuis quelques mois sous le nom de *pyroxyline*, appartient tout entière à M. Schœnbein.

Il nous reste à examiner les propriétés balistiques de cette substance, et nous allons consacrer à cette question importante un chapitre particulier.

CHAPITRE II.

PROPRIÉTÉS BALISTIQUES DU COTON-POUDRE ET DU PAPIER-POUDRE.

A la nouvelle de la découverte de M. Schœnbein, on a commencé, ainsi que cela arrive toujours, par raconter des merveilles, et c'est avec ce cortège habituel de toutes les nouveautés, que le coton-poudre a fait son entrée dans le monde savant. Nous allons exposer la série des résultats qu'ont donnés les expériences régulièrement faites. Les premiers essais tentés par MM. Pelouze et Prélat, ceux de M. Lassaigne à Alfort, ont mis hors de contestation l'énergie remarquable de la *poudre* nouvelle ; mais dans tous ces essais on n'avait pas employé le pendule balistique et on s'était servi principalement du papier azotique. MM. Séguier et Clerget, en se servant encore de ce papier, établirent la supériorité du nouvel agent sur la poudre de chasse, et on crut pouvoir admettre qu'à poids égaux, sa force était à peu près quatre fois

plus grande que celle de la poudre ordinaire. Bientôt on remplaça ce rapport par celui de 1 à 3, déduit d'expériences faites avec le pendule balistique et communiquées par M. Arago.

Cependant le comité d'artillerie ne se montrait nullement favorable à la *poudre* nouvelle. Dans la séance du 26 octobre, MM. Piobert et Morin signalèrent des inconvénients, qui en réalité ne tenaient qu'à des procédés défectueux de préparation; tels étaient, par exemple, les résidus d'eau et de charbon. En somme ces deux savants concluaient que « cette singulière substance ne paraissait nullement propre à remplacer la poudre à canon. »

Ainsi, entre les partisans du coton-poudre et les artilleurs assez mal disposés, il y eut un instant de lutte assez vive. Dans la séance de l'Académie du 16 novembre, M. Piobert revint à la charge, et fit cette fois des objections, dont plusieurs nous paraissent subsister encore et s'opposer sérieusement à la substitution de la pyroxyline à la poudre dans les armes à feu. « On continue à annoncer, disait M. Piobert, que cette substance a une force double, triple et même quadruple de celle de la poudre, par suite de raisonnements qui pourraient conduire à conclure aussi, pour des charges un peu plus fortes et surtout en employant la poudre de mine, que la force du coton-poudre est mille fois plus grande que celle de la poudre.

» Dans cet état de choses, je crois utile de rappeler la grande différence qui existe entre la manière d'agir

de la poudre et celle des diverses matières fulminantes qu'on essaie depuis 60 ans d'employer dans les armes à feu : ces dernières doivent leurs effets plutôt à l'instantanéité de la formation qu'à la quantité de leurs produits gazeux, et par là ils peuvent devenir d'un emploi dangereux ; tandis que la combustion de la poudre fait au contraire développer une grande quantité de gaz et de vapeurs, élevés à une très-haute température (ils mettent l'or en fusion), mais dans un temps d'une durée assignable, quoique nos sens la fassent paraître très-courte ; on peut d'ailleurs la faire varier à volonté dans certaines limites, et c'est cette faculté qui permet de rendre à volonté les poudres brisantes ou inoffensives dans les armes, indépendamment des quantités qu'il est souvent nécessaire d'y employer à la fois. Aussi on est arrivé maintenant à ce point, que l'art consiste à diminuer la force que pourrait donner la poudre, de manière à lui faire produire les effets dont on a besoin, tout en modérant ses effets destructeurs ; de là résulte sécurité dans l'emploi, régularité d'action et conservation des armes. Dans les essais relatifs aux substances fulminantes qu'on a tenté à substituer à la poudre, on a toujours cherché, au contraire, à augmenter le plus possible leurs effets, sans songer aux dangers que leur emploi pourrait présenter. Aussi combien d'accidents funestes sont arrivés depuis le terrible évènement d'Essone en 1786.

» On ne saurait donc recommander trop de précaution aux personnes qui veulent employer le nouvel agent dans les armes à feu ; et quoique les explosions

en plein air soient moins dangereuses, il ne faut pas oublier qu'un courant d'air chaud peut enflammer le coton azotique à une température de moins de 100 degrés, ainsi que cela est arrivé plusieurs fois depuis la communication du 26 octobre, qui a fait connaître ce fait à l'Académie. »

Dans une autre communication, faite le 30 novembre, M. Piobert insista encore sur les *propriétés brisantes* du coton azotique, qu'il regardait comme une source de dangers et une cause d'infériorité relativement à la poudre, dans l'usage des armes à feu. Il parla de deux mortiers d'épreuves en fonte et en fer, brisés par des charges assez faibles de pyroxyline et ayant blessé grièvement deux personnes.

D'autre part, MM. Séguier et Clerget, continuant leurs expériences, annonçaient les effets suivants :

« *Étalon.* — Effet balistique d'une charge de poudre de chasse commune. — Distance, 15 mètres (45 pieds); charge, 30 centigrammes (6 grains); but, une plaque de fonte; effet, aplatissement de la balle à moitié.

» *Premier essai comparatif.* Coton-poudre, 30 centigrammes (6 grains), *pressé* dans la chambre de l'arme; effet, dissémination de la balle en paillettes de plomb.

» *Deuxième essai.* Charge réduite à 15 centigrammes (3 grains); effet, aplatissement en forme de soleil aux trois quarts du diamètre primitif de la balle.

« *Troisième essai.* Charge réduite à 5 centigrammes

(1 grain); *effet absolument comparable au coup étalon avec les 30 centigrammes (6 grains) de poudre.*

» Le même résultat, concluait M. Séguier est donc obtenu par un sixième de coton-poudre. »

Frappé des inconvénients et des exemples terribles signalés par M. Piobert, M. Séguier s'efforça de rechercher s'il ne serait pas possible d'éviter les effets d'une production de gaz trop instantanée. Il s'appuya dans ses recherches sur les travaux mêmes de M. Piobert, auquel on doit, comme tout le monde le sait, d'avoir reconnu qu'en façonnant une masse de poudre sous forme de sphère unique, la lenteur de la déflagration suit une certaine loi en rapport avec le diamètre de la sphère.

C'est ce retard de déflagration qui suggéra à M. Séguier la pensée d'étudier l'influence du rapprochement des fibres du coton azoté sur la durée de la combustion de ce coton dans les armes, et par suite, la diversité des ses effets balistiques.

Ayant pris pour étalon le résultat balistique que nous avons rapporté plus haut, de 5 centigrammes (1 grain) de coton en carde, il chargea successivement son arme avec un pareil poids d'une espèce de charpie provenant de tissus de coton de diverses grosseurs de fils, et crut reconnaître d'une façon non douteuse que cette charpie fournissait des effets balistiques supérieurs à ceux du simple coton cardé. Il reconnut en outre que la supériorité des effets était bien plus marquée avec le canon de carabine long de 65 centimètres (2 pieds), qu'avec le canon de pistolet de 25

centimètres (9 pouces), en sorte qu'il insista sur la nécessité d'employer des canons suffisamment longs pour obtenir le maximum d'effet avec les substances à déflagration retardée.

En faisant part à l'Académie des résultats de ses tentatives (7 décembre), M. Séguier ajoutait : « Cet emploi d'une certaine quantité de fils provenant du parfilage d'un tissu de coton pour charger une arme, apporte une grande simplicité dans l'usage de cette substance. On comprend en effet que le filage mécanique assignant des poids égaux à des longueurs déterminées de fils, il suffit de couper des tissus par longueur telle, qu'une certaine quantité de fils parfilés fasse précisément le poids de la charge jugée nécessaire pour le tir. »

Depuis les essais dont nous venons de rendre compte jusqu'au moment où nous écrivons (6 février 1847), de nombreuses expériences ont encore été faites, soit par le comité d'artillerie, soit à la direction des poudres et salpêtres, soit ailleurs, et nous croyons pouvoir affirmer cependant, que les expériences n'ont pas encore levé toutes les incertitudes qui s'attachent à l'emploi du pyroxyle dans les armes de chasse et les armes de guerre. Il est donc nécessaire d'être encore très-réservé à cet égard et de ne procéder qu'avec une extrême prudence. Quelque considérables que soient les hommes qui ont expérimenté déjà, on ne peut considérer leurs conclusions comme décisives, et nous n'hésitons pas à déclarer qu'une assez grande partie des résultats publiés ne nous paraissent avoir

qu'une valeur tout-à-fait provisoire. Le sujet est à la fois très-grave et très-neuf, et l'avenir seul peut résoudre définitivement les principales questions qu'il soulève. Chaque jour des particularités nouvelles sont révélées et viennent expliquer les différences des effets obtenus. Ainsi, dans une note communiquée le 25 janvier par M. Payen, ce savant professeur démontre l'influence du mode de préparation de la pyroxyline sur les effets balistiques obtenus; à la prière de M. Payen, M. Morin a essayé au pendule balistique deux produits du même coton, l'un préparé avec les acides sulfurique et azotique purs, dans le rapport d'équivalents égaux, l'autre avec le même mélange chargé de gaz hypo-azotique. La table suivante indique l'énorme distance qui a séparé les deux produits :

		CHARGES.		
		1 gram.	2 gram.	
Vitesse communiquée à une balle de 25 gr. 80.	Coton épuré et acides purs.	233m 55	335m 51	
	Vapeurs du mélange.	. . . . . .	112m 03 77m 11	
	Acides contenant de l'acide hypo-azotique.	. . . . . .	0	N'a pas fait sortir la balle du canon.

Deux grammes (un demi-gros) de pyroxyle préparé en grand à la direction des poudres et salpêtres avec du coton et des acides moyens, donnent à la balle une vitesse moyenne de 341m, 03. Tel est le résultat le plus récent d'expériences faites avec soin par des hommes compétents. Nous nous bornerons là sur ce sujet, en attendant que le temps apporte de nouveaux faits et de nouvelles lumières.

CHAPITRE III.

DE L'EMPLOI DU COTON-POUDRE DANS LES MINES ET L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES. — EFFETS PYROTECHNIQUES. — APPLICATIONS A L'INDUSTRIE ET A L'USAGE ALIMENTAIRE.

Si l'appréciation des effets balistiques du pyroxyle laisse encore une grande incertitude, il n'en est pas tout-à-fait de même de la puissance et des avantages que peut offrir cette substance dans d'autres circonstances, particulièrement dans le tirage des rochers. M. Schœnbein n'a pas fait connaître d'une manière précise les effets obtenus à l'aide de son coton-poudre dans les mines de Cornouailles; mais en France, des essais ont été faits dans le courant de novembre, par deux hommes habiles et bien connus, M. Charles Flandin et M. Combes, professeur à l'école royale des mines. Ces essais ont eu lieu dans une carrière de calcaire grossier, sur le territoire d'Issy. Nous allons rapporter l'expérience qui met le mieux en évidence l'énergie du pyroxyle. Un trou horizontal de $0^m,35$ de profondeur avait été pratiqué sur le front d'une assise dite *banc franc;* la roche était libre sur deux faces seulement, la supérieure et l'antérieure; le trou était à $0^m,77$ en contre-bas de la face supérieure. « Nous y avons introduit, disent MM. Combes et Flandin, 50 grammes de coton azotique, qui, après le tassement, ont laissé un vide de $0^m,64$

de longueur. On a bourré et mis le feu. L'explosion a eu lieu avec très-peu de bruit et sans aucune projection. Un temps appréciable s'est écoulé entre le moment où la fusée a enflammé le coton et celui où l'on a vu toute la masse de la roche se soulever d'une petite quantité, en se divisant en gros fragments de $^1/_5$ à $^1/_4$ de mètre cube. La masse ainsi ébranlée et divisée au-dessus du trou, s'étendait à 2 mètres au moins de la face antérieure, à 3 mètres de distance à gauche, et à $1^m,50$ à droite de l'axe du trou.

» Le cube total était d'environ 7 mètres cubes. Le lit de roche inférieur était fissuré jusqu'à $0^m,80$ de l'axe du trou.

» Les ouvriers carriers ont estimé à 250 grammes la quantité de poudre de mines qui aurait été nécessaire pour obtenir les mêmes effets. »

MM. Combes et Flandin ajoutent que le coton dont ils se sont servis, était resté exposé à l'action d'une atmosphère brumeuse pendant plus de quatre heures et demie, au moment où ils ont fait l'expérience.

Les essais dont nous venons de parler ne donnent pas, ainsi que le reconnaissent MM. Combes et Flandin, la mesure exacte des effets de la pyroxyline, et d'autres observations sont nécessaires pour cela ; cependant ils permettent d'espérer que la nouvelle substance pourra être employée dans l'exploitation des mines à peu près de la même manière que la poudre ordinaire et sans exiger des précautions difficiles, et la propriété que MM. Combes et Flandin lui attri-

buent, de brûler sans fumée et sans odeur, lui assurerait déjà à elle seule (à prix égal) la préférence sur la poudre dans toutes les exploitations souterraines.

Nous ne parlerons pas ici de l'application de la pyroxyline à la préparation des amorces fulminantes. On trouvera, dans la suite de ce travail, un article particulièrement consacré à cette intéressante application.

D'après quelques essais tentés par MM. Séguier et Clerget, on ne saurait douter que les papiers azotiques ne prennent une place utile dans la pyrotechnie. Des papiers préparés suivant la méthode de M. Pelouze et trempés dans des dissolutions de nitrate de strontiane, de sulfate de cuivre, de nitrate de baryte, ont produit de très-beaux feux rouges, verts et blancs. M. Clerget a fait aussi divers essais avec des papiers azotés faits avec la paille, le roseau et d'autres matières végétales; les résultats n'en ont pas encore été publiés. M. Séguier observe, à l'occasion de ces effets pyrotechniques, que le léger retard dans la combustion apporté par l'immersion dans les dissolutions des sels métalliques, est très-favorable à la durée des effets cherchés par l'emploi de feux de couleur.

On ne peut douter que des tentatives ne soient faites pour appliquer à l'industrie la force expansive du pyroxyle. Déjà MM. Lesseré et Vallod ont adressé à l'Académie des Sciences plusieurs notes contenant l'exposé de leurs essais pour appliquer au mouvement des machines l'expansion produite par la déflagration du papier azoté. Mais ces expérimentateurs paraissent avoir été arrêtés dans leurs essais par l'explosion

des machines. C'est ici, en effet, qu'il y a lieu de redoubler de réserve et de défiance. L'expérience et le temps peuvent seuls résoudre les difficultés dont sont entourées ces applications du pyroxyle, et nous n'avons eu d'autre but, en mentionnant ces applications, que de les signaler comme une source d'accidents et de dangers.

C'est sans doute au grand étonnement des lecteurs que nous parlons d'*application de la pyroxyline à l'usage alimentaire!* Voici ce que M. Pelouze disait à l'Académie dans la séance du 2 novembre dernier : « Quand on voit l'acide nitrique s'engager dans des combinaisons organiques où il se dépouille de ses propriétés ordinaires, de son odeur, de sa causticité, de sa solubilité, on se demande s'il est absolument impossible que l'on obtienne un jour des substances alimentaires en suivant une marche plus ou moins dirigée dans le sens que je viens d'indiquer, c'est-à-dire en faisant entrer de l'azote dans des matières qui n'en contiennent pas naturellement. Pour mon compte, je ne suis pas éloigné de croire à une découverte de ce genre. »

On peut donc, sans sortir du terrain scientifique, en faisant appel, il est vrai, à un avenir lointain, admettre la possibilité de produire, d'animaliser artificiellement des substances alimentaires par la nitrification de la cellulose, etc.

Depuis plusieurs années déjà, deux jeunes savants, auxquels la physiologie doit beaucoup, MM. Bernard et Barreswil, ont expérimenté la *xyloïdine* de M. Bra-

connot comme substance alimentaire. Les résultats ont été négatifs. La xyloïdine s'est montrée inaltérable dans l'intestin : elle est restée blanche, déflagrante, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide acétique et l'alcool. Elle s'est recouverte seulement d'une couche de mucus.

CHAPITRE IV.

PRÉPARATION DU COTON-POUDRE ET DU PAPIER-POUDRE.

Il est incontestable aujourd'hui que la diversité des effets obtenus dans les premiers temps tenait en partie aux modes différents de préparation du pyroxyle.

La recette suivante, donnée par le docteur Knopp, a été très-généralement adoptée en Allemagne et en France : « Prenez parties égales d'acide sulfurique anglais du commerce et d'acide nitrique du commerce (acide nitrique fumant) ; mêlez les deux liquides dans un vase de porcelaine ; plongez-y sur-le-champ et à la fois autant de coton que le mélange liquide peut en recouvrir, et recouvrez le vase avec un plateau de verre dépoli qui le ferme exactement.

» Après avoir laissé le tout en repos pendant quelques minutes à la température ordinaire, si l'on retire le coton et qu'on le lave immédiatement à l'eau froide, on obtient (après dessiccation) un produit fulminant des plus énergiques. Seulement, il faut avoir

soin de ne laisser le coton dans le liquide acide que le temps nécessaire pour qu'il s'y dissolve partiellement. Il se pourrait même que la proportion du poids des deux solutions acides, ainsi que le temps indiqué, ne fussent pas une condition rigoureuse pour le succès... Le coton ainsi préparé demande, pour devenir explosif, à être parfaitement séché dans l'air chaud. *Il devient alors à peine reconnaissable à côté du coton ordinaire.* »

La préparation du *papier-poudre* ne diffère pas de celle du coton. M. Pelouze conseille d'abord de faire choix de bon papier, et préfère à tous les autres le papier dit *papier-ministre.* Après avoir séché à 120 degrés la quantité sur laquelle il veut opérer, il la soumet à l'action soit de l'acide azotique monohydraté, soit à celle d'un mélange à volumes égaux de ce même acide et d'acide sulfurique concentré.

M. Pelouze n'employait d'abord dans ses préparations que l'acide azotique monohydraté; mais il s'est empressé de reconnaître les avantages qu'il y a à faire intervenir l'acide sulfurique, à l'imitation de M. Knopp. Cet acide, en effet, concentre l'acide nitrique en agissant sur son eau, dont il s'empare, de telle sorte qu'un acide nitrique qui ne serait pas assez concentré pour s'unir à la cellulose, s'y combinerait sous son influence.

Il faut bien noter cependant que quelque considérable que soit la proportion d'acide sulfurique, on n'obtient plus de bons produits au-dessous d'un certain degré aréométrique, avec un acide nitrique faible. L'acide nitrique, à 1, 5 de densité, mêlé à son volume

d'acide sulfurique, constitue, de l'aveu de M. Pelouze, un mélange propre à la fabrication de la poudre. Ces proportions correspondent à peu près à 100 kilog. (200 livres) du premier acide pour 125 kilog. (250 livres) du second.

L'emploi de l'acide sulfurique présente encore d'autres avantages, tel est celui de diminuer beaucoup la perte, à cause de sa valeur vénale très-faible ; un autre avantage important consiste en ce qu'il retient les vapeurs nitreuses que renferme ordinairement l'acide nitrique concentré, et rend l'opération moins désagréable. C'est pour ces divers motifs que le mélange proposé par M. Knopp a été universellement adopté.

Avant de quitter la préparation du papier-poudre, il faut insister sur quelques points de détail. On a vu plus d'une fois des feuilles de papier plongées dans l'acide nitrique, former une masse cohérente dont on ne pouvait plus tirer parti. On évite facilement cet inconvénient en ayant soin d'immerger les feuilles une à une et de les retirer *successivement* au bout de quelques minutes pour les laver à grande eau. M. Pelouze conseille également de faire un essai préalable sur une petite quantité de papier; parce qu'il se rencontre quelquefois des papiers qui ont l'inconvénient de se désagréger sur-le-champ, ou de renfermer des quantités considérables de matières étrangères. Les papiers faits à la forme sont ceux qui réussissent le mieux généralement.

Plusieurs chimistes ayant remarqué que la prépa-

ration de la pyroxyline par l'acide azotique monohydraté des meilleures fabriques ne réussit pas toujours, même avec la quantité voulue d'acide sulfurique, M. Gaudin proposa (le 23 novembre) le procédé suivant comme permettant de réussir à *coup sûr :*

« Pulvérisez du salpêtre raffiné du commerce (desséché ou non), *mais pas humide*, et après l'avoir mis dans un vase de verre ou de porcelaine, ajoutez-y de bon acide sulfurique concentré du commerce (acide monohydraté), en remuant le mélange avec une baguette de verre ou de bois de manière à former une bouillie claire : au bout de quelques minutes, quand le mélange se sera encore épaissi, ajoutez de nouvel acide sulfurique jusqu'à ce que le tout bien mêlé ait la consistance d'un sirop ; puis mettez le coton, le papier, le chiffon, etc., en le tassant bien : presque aussitôt il y aura prise en masse et au bout d'un quart-d'heure vous placerez le vase dans l'eau pour dissoudre le sel adhérent; enfin vous laverez à grande eau et sècherez comme d'habitude.

La pyroxyline préparée avec le liquide décanté et filtré ne vaut rien.

Les avantages attribués au procédé qui vient d'être rapporté ont été contestés par M. Salmon. Ce chimiste reproche au produit ainsi obtenu de laisser toujours un résidu charbonneux plus ou moins considérable, qui ne disparaît ni par un séjour plus prolongé du ligneux dans le mélange, ni par une imbibition plus complète. « Un moyen extrêmement simple, ajoute M. Salmon, d'activer les propriétés de ce coton, même

présentant un dépôt charbonneux abondant, consiste dans l'immersion, pendant une ou deux minutes, de la substance préparée et desséchée, dans une solution chaude très-concentrée de chlorate de potasse. Par la dessiccation du produit nouveau et son cardage, le sel en excès se dépose et peut être de nouveau utilisé. Le fulmi-coton ainsi animé ne dépose plus qu'une quantité très-minime de charbon; il s'enflamme avec une excessive intensité et dégage une chaleur considérable; employé comme charge dans un fusil, il ne laisse pas de résidu; il diminue, par la température élevée qu'il développe, le dépôt aqueux produit par la combustion du fulmi-coton ordinaire, etc.; il paraît ne pas altérer les armes, malgré la formation de vapeurs acides... Enfin, sous un volume moitié moindre, il produit le même résultat balistique que la poudre-coton non chloratée, et, dans tous les cas, ce volume ne dépasse guère celui d'une petite noix (0,6 à 1 gramme). »

On pourrait multiplier les citations de procédés et de modifications diverses proposés par les chimistes; mais les indications précédentes sont suffisantes au point de vue chimique. Seulement, pour bien réussir, il ne faut pas perdre de vue qu'il importe d'employer la cellulose exempte de toute incrustation ligneuse, épurée des substances minérales, des matières grasses, azotées, etc., qui l'accompagnent toujours dans les végétaux, et faire réagir sur elle les acides azotique et sulfurique privés de toute trace d'acide hypo-azotique. M. Payen, qui a insisté sur ces conditions, a bien fait voir que, même à faible proportion, un mé-

lange de ce dernier agent désagrège une portion du produit et détériore sa qualité, et c'est surtout en tenant compte de ces faits que l'on est arrivé à éviter les variations que l'on avait d'abord observées sans pouvoir les expliquer.

Nous n'avons presque rien dit d'une opération très importante au point de vue de la salubrité, le *séchage* du coton et du papier-poudre. Nous traiterons ce sujet dans le chapitre qui suit.

CHAPITRE V.

DES ACCIDENTS QUI PEUVENT AVOIR LIEU PENDANT LA PRÉPARATION DE LA PYROXYLINE. — DES CAUSES DE CES ACCIDENTS. — DES PRÉCAUTIONS A PRENDRE POUR LES ÉVITER.

C'est principalement à M. Payen que nous devons des études suivies sur la question si importante des accidents qui peuvent résulter de la préparation et du séchage de la pyroxyline.

Pendant la préparation, M. Payen a constaté que lorsqu'on verse l'acide azotique ou le mélange des deux acides azotique et sulfurique sur le coton, la température s'élève parfois au point de déterminer l'inflammation de la substance filamenteuse restée en dehors du liquide. De même tous les chimistes ont observé que lorsqu'on opère en plongeant le coton dans

l'acide, si l'on opère lentement, de manière à ce qu'une partie du coton dépasse quelque temps le niveau du liquide, une réaction particulière se manifeste parfois et donne lieu au dégagement de vapeurs rutilantes. On a vu cette réaction se propager rapidement et provoquer une effervescence telle, que le liquide est projeté hors du vase plus ou moins vivement. Le coton finit par se désagréger et se convertir en une solution brune-rougeâtre.

« Ces deux accidents, dit M. Payen, sont d'autant plus à craindre, que l'on agit sur des masses plus considérables. On y peut mettre un terme en noyant toutes les matières dans un grand excès d'eau. Mais il vaut mieux évidemment les éviter, *en pratiquant tout d'abord l'immersion complète* du coton dans la liqueur active, où il peut rester plus de quarante-huit heures sans inconvénient. »

Au reste, les deux accidents dont il vient d'être question paraissent n'avoir eu jusqu'ici aucune suite fâcheuse, c'est pourquoi nous nous bornons aux indications qui précèdent; mais il n'en est plus de même des accidents survenus pendant le séchage : les principaux désastres qu'on a eu à déplorer ont eu lieu dans cette partie de la préparation. Il suffira d'en rappeler quelques-uns : à Kœnigsberg, 180 grammes (6 onces) environ de coton-poudre, qui étaient à sécher dans le laboratoire du docteur Keich, firent tout-à-coup explosion à une température qui ne dépassait pas 60 degrés centigrades. Personne ne fut blessé, mais l'ébranlement fut si fort, que les vitres et le

cadre de la fenêtre furent brisés. Des accidents analogues se sont produits à Lyon et dans d'autres villes. L'un des plus graves est le suivant, arrivé à Javelle, et dont nous empruntons le récit à MM. Combes et Flandin : « Durant le séchage du coton, sur une claie placée au-dessus de deux bouches de chaleur d'un poêle extérieur à la pièce, et fournissant de l'air chauffé à 60 ou 65 degrés, le feu a pris à la matière ; en raison de la quantité qui se trouvait soit sur la claie, soit sur une table voisine (environ 500 grammes (1 livre), une forte explosion a eu lieu et a occasioné quelques blessures aux personnes qui surveillaient l'opération. L'une d'elles a eu le visage et les mains brûlés à un assez haut degré par places, pour qu'il en résulte des plaies qui ne pourront se terminer que par suppuration. Une autre a eu le visage atteint ; mais chez elle les brûlures ne dépassent pas le deuxième degré, c'est-à-dire qu'elles sont sans gravité. La troisième personne, M. Fouché Lepelletier, qui était aussi près de la claie, n'a reçu qu'une forte commotion.

» Les effets produits par l'explosion ou l'expansion des gaz méritent d'être signalés. La pièce dans laquelle se faisait le séchage du coton azotique est une petite salle au rez-de-chaussée, de 6 mètres 45 centim. (20 pieds) de longueur sur 3 mètres 85 centim. (11 pieds 10 pouces) de large et 2 mètres 75 centim. (8 pieds 4 pouces) de haut. Elle est intermédiaire à deux autres plus grandes, dont elle est séparée par des murs ou cloisons en moellon ou en plâtre. Elle com-

munique dans ces pièces par quatre portes qui étaient fermées au moment de l'accident. Du côté sud, une fenêtre donne sur une cour. Cette fenêtre était également fermée lors de l'explosion. Or, non-seulement cette fenêtre a été brisée, mais le mur de clôture du côté de la cour, consistant en un pan de bois de 20 centimètres (7 pouces 5 lignes) environ d'épaisseur, a été dégradé, ouvert et repoussé à une distance de 25 centimètres (9 pouces 3 lignes). Les meubles, et particulièrement trois corps de bibliothèques adossés à la cloison séparative de la pièce voisine et opposée au poêle, ont été renversés, et la cloison elle-même repoussée de 15 centimètres (5 pouces 7 lignes). Des portes qui communiquent dans les pièces voisines, trois ont été ouvertes ou en partie brisées; l'autre, qui était d'un bois très-solide, a été arrachée de ses gonds. »

Comment expliquer de pareilles explosions produites dans une atmosphère qui ne paraissait pas échauffée au-delà de 60 degrés environ, lorsque les expériences directes montrent que la pyroxyline exige une température beaucoup plus élevée pour fulminer? M. Payen s'est préoccupé de ce sujet, et il est arrivé à montrer comment des courants d'air chauffés même modérément par des calorifères, des poêles ou des brasiers, pouvaient donner lieu à des explosions.

Tout le monde a pu remarquer que si l'on place du coton-poudre sur du papier ordinaire et qu'on tienne celui-ci au-dessus de charbons incandescents, à une distance telle, que le papier est à peine roussi et que

la main supporte très-facilement la température du courant d'air, la déflagration ne tarde pas à se produire. Or, suivant M. Payen, il est très-probable que dans cette circonstance, des filets d'air ou des gaz de la combustion, conservant une température supérieure à 100 ou même 180 degrés centésimaux, auront atteint et enflammé quelques filaments de coton, tandis qu'ils ne pouvaient affecter sensiblement la peau qui absorbait et répartissait rapidement la chaleur.

Dans la vue de vérifier cette hypothèse, M. Payen a longtemps maintenu les divers produits pyroxyliques en contact avec des parois minces de métal et de porcelaine chauffées par la vapeur d'eau, et aucun cas d'inflammation n'a été observé dans son laboratoire, où cependant un grand nombre d'essais de ce genre ont été tentés; et d'un autre côté il a plusieurs fois constaté que des courants d'air chauffés par l'intermédiaire des plaques métalliques ou des maçonneries, enflamment le coton, quelque ménagée que soit leur température et sans qu'elle dépasse 25 à 30 degrés.

La conséquence à tirer de ces observations, c'est qu'il faut s'abstenir d'employer, dans des étuves destinées à sécher la pyroxyline, des courants d'air échauffés par des parois à haute température ou directement par des brasiers, lors même qu'un mélange plus ou moins abondant d'air froid abaisserait beaucoup la température moyenne des gaz qui doivent dessécher le coton. Au contraire, une étuve à courant d'air chauffé à 30 ou 36 degrés, par circulation d'eau ou de vapeur, semble remplir les conditions conve-

nables de sécurité. On pourrait même sans doute dépasser sans aucun danger la température qui vient d'être indiquée, car rien jusqu'ici ne prouve qu'il y ait des circonstances autres que celles qui ont été déjà mentionnées qui puissent donner lieu à la déflagration de la pyroxyline au-dessous de 100 degrés. Or, en faisant exclusivement usage de calorifères qui échauffent l'air au moyen de tubes dans lesquels circulent des courants d'eau ou de vapeur libre, on n'élèvera jamais la température des courants d'air au-delà de 100. M. Payen s'est assuré qu'on peut obtenir très-rapidement la dessiccation du coton-poudre, et à une température voisine de 100, sans aucun accident lorsque la chaleur est transmise, ainsi que nous l'avons dit, par la vapeur ou l'eau bouillante.

M. Piobert a raconté devant l'Académie des Sciences, que plusieurs fois du coton azotique a fait explosion dans une étuve en cuivre chauffée au moyen de l'eau à une température de 75 à 80 degrés; mais comme ces étuves ont une porte latérale et une ouverture à la partie supérieure, par lesquelles l'air se renouvelle, tout porte à croire que c'est au courant établi par ces voies qu'a été due la déflagration. Néanmoins et pour éviter tout danger, il convient de ne pas élever l'eau au-dessus de 30 à 36 degrés, ainsi que M. Payen lui-même l'a sagement proposé.

Ajoutons que M. Gaudin a proposé un autre moyen pour dessécher le coton-poudre sans l'emploi du calorique. Les avantages de ce moyen de dessiccation à froid seraient surtout à rechercher, si jamais il y avait

lieu de procéder en grand à la fabrication de la pyroxyline.

« Imaginons, dit M. Gaudin, une chambre close remplie de chaux vive concassée, communiquant par une conduite à un ventilateur hélicoïde qui tirera son air de la chambre, pour le chasser dans un boyau muni de trappes et cloisons à jour où l'on placera le coton à dessécher, et aboutissant à la chambre garnie de chaux vive; il est clair qu'alors le coton sera sans cesse traversé par un courant d'air sec, qui lui enlèvera son humidité proportionnellement à l'élévation de la température ambiante, jusqu'à ce que toute la chaux vive se soit convertie en hydrate pulvérulent. Ce serait, ajoute M. Gaudin, un moyen à la fois simple, économique et sans danger. »

En recherchant avec soin les conditions des maxima d'effets explosifs et d'inflammabilité du coton-poudre, M. Payen est encore arrivé à des résultats qui sont dignes d'intérêt.

Ainsi, il a vu que la pyroxyline préparée avec le coton brut, chauffée sur un bain de mercure, exigeait une température supérieure à 200 degrés pour s'enflammer, tandis que faite avec le coton présentant la cellulose presque pure, il faisait une explosion plus vive et dès 165 degrés.

Les divers papiers azotiques ont paru à M. Payen avoir une propriété explosive plus faible que le coton. « Cela tient en grande partie, dit-il, à l'épaisseur des parois des tubes constituant les fibres textiles de chanvre et de lin, ainsi qu'au tassement de ces fibres dans

le feutrage des feuilles. On sait, en effet, que la division en lanières étroites peut accélérer la combustion de ces papiers. »

Nous avons cherché dans ce travail à ne pas aborder les questions scientifiques en litige, et sur lesquelles une expérimentation soutenue peut seule prononcer définitivement. Telle était, au moment où nous commencions cet exposé, la question de l'action de l'éther sur la pyroxyline, et bien que les recherches de M. Payen aient beaucoup étendu et éclairé cette question, nous n'en parlons qu'à cause des circonstances indiquées par le savant professeur du Conservatoire et qui rendent ce sujet intéressant sous le rapport de la salubrité :

MM. Ménard et Florès Domonte avaient annoncé que la xyloïdine était soluble dans l'éther, tandis que la pyroxyline y était insoluble, et ces chimistes pensaient qu'on pouvait appliquer cette propriété à la purification du coton-poudre. M. Payen ayant répété l'expérience, trouva que la pyroxyline se dissolvait partiellement, que la portion insoluble séchée paraissait brûler un peu moins vivement, et que la solution éthérée, évaporée très-lentement à sec au bain marie au-dessous de 100 degrés, donnait un résidu diaphane qui, humecté, puis séché de nouveau, se détachait en une lame diaphane brûlant avec une grande vivacité. Enfin, M. Payen pensait que si MM. Ménard et Florès Domonte n'avaient pu extraire aucune quantité de matière pondérable du coton azotique par l'éther, cela tenait à une circonstance particulière : ayant observé

en effet au microscope l'action dissolvante de l'éther à l'intérieur des tubes du coton, il fut conduit à diviser le coton azotique par petits tronçons très-courts; dès-lors ce coton céda facilement à la substance soluble, tandis qu'avant la division mécanique, le même coton traité par le même éther n'avait rien laissé dissoudre.

MM. Ménard et Florès Domonte ayant repris leurs essais, trouvèrent encore que l'éther anhydre ne dissolvait aucune trace de coton fulminant, tandis que si l'on ajoutait à l'éther une petite quantité d'alcool du commerce, le coton azotique se gonflait et prenait l'aspect mucilagineux analogue à la dissolution éthérée de la xyloïdine. M. Payen ayant eu connaissance de ces nouveaux résultats, a pensé que la substance obtenue ainsi était probablement différente de celle qu'il avait extraite lui-même en épuisant le coton azotique au moyen de l'éther.

Quoi qu'il en soit, les réactions dont nous venons de parler, devaient trouver place ici, afin de prémunir contre les dangers qui résultent, d'après l'expérience de M. Payen, de la grande explosibilité de la substance sirupeuse obtenue par l'éther, lorsqu'on chauffe brusquement cette substance à une température de 115 degrés.

M. Payen et M. Gaudin ont recherché la cause de cette explosibilité et en ont rendu compte d'une manière satisfaisante. Ce qui doit surtout être signalé ici, c'est le moyen de se mettre à l'abri de tout danger : or, les expériences de M. Payen établissent qu'on y

parvient en ayant soin d'évaporer le liquide jusqu'à siccité au bain-marie, et d'hydrater avec un excès d'eau la couche adhérente qui bientôt se soulève. On décante alors le liquide, et, ajoutant quelques gouttes d'éther, on obtient, par une simple élévation de la température à 100 degrés, le soulèvement du produit fulminant en une pellicule blanche diaphane, persistante.

CHAPITRE VI.

DES ACCIDENTS QUI SE RAPPORTENT AU MANIEMENT DU COTON-POUDRE ET A SON EMPLOI DANS LES ARMES A FEU. — MESURES TENDANT A PRÉVENIR CES ACCIDENTS. — PARALLÈLE ENTRE LA POUDRE ORDINAIRE ET LE COTON-POUDRE.

L'application du pyroxyle aux divers usages dans lesquels on a cru cette substance susceptible de remplacer avantageusement la poudre, est une source bien plus féconde de dangers que la préparation de cette même substance dans les laboratoires de chimie. Aussi l'autorité s'est-elle déjà et à bon droit préoccupée de ces dangers.

Dès que l'emploi du coton azotique a commencé à se répandre, on a vu des armes se briser, voler en éclats, même avec de faibles charges, et ces accidents ont promptement fait comprendre aux hommes de l'art toutes les difficultés qu'il y aurait pour maîtriser l'action de la nouvelle poudre; c'est ici en effet que

les sages réflexions de M. Piobert sur les qualités que doit présenter une bonne poudre, trouvent leur application, car ce sont principalement les effets observés sur les armes de chasse et les armes de guerre, qui mettent en évidence les *propriétés brisantes* de la pyroxyline, dont MM. Piobert et Morin ont fait connaître tous les inconvénients.

Nous ne nous arrêterons pas à l'énumération des explosions d'armes à feu occasionées par la pyroxyline : on connaît les évènements plus ou moins fâcheux observés à Londres par MM. Lancaster et Taylor, à Alfort par M. Lassaigne, à Paris par un assez grand nombre d'expérimentateurs, notamment par M. Piobert, qui a vu deux personnes grièvement blessées par l'explosion de deux mortiers d'épreuves brisés par d'assez faibles charges. Ces faits étaient suffisants pour donner l'alarme à l'autorité, et l'on doit applaudir aux mesures qu'elle a prises : une ordonnance vient de prohiber la vente et la fabrication du coton-poudre, et de soumettre le maniement de ce produit aux dispositions des lois des 13 fructidor an v et 24 mai 1834.

En outre, défense a été faite aux propriétaires des tirs de permettre l'emploi du coton-poudre dans leurs établissements.

Ne sera-t-il pas possible de tempérer un jour cette rigueur des mesures administratives? On ne saurait encore le prévoir; toutes les tentatives faites pour modérer l'explosibilité du coton-poudre, pour la proportionner aux effets désirés, ont été jusqu'ici infructueuses.

On éprouve d'autant plus de regret à la vue de ces résultats fâcheux, qu'on ne saurait contester qu'à mérite égal sous le rapport balistique, la pyroxyline n'eût présenté d'autres avantages marqués sur la poudre ordinaire. Voici ce que disait à cet égard M. Pelouze, à la séance de l'Académie du 16 novembre 1846 :

« 170 kilogrammes de poudre-coton coûteront, à part la main-d'œuvre, savoir :

Pour le coton..........	200 francs.
Pour l'acide nitrique......	100
Pour l'acide sulfurique.....	17
Total.......	317 francs.

» La fabrication de la poudre avec le papier, et surtout avec la pâte de papier, serait beaucoup moins coûteuse encore, etc.

» Le prix de la poudre faite avec la pâte de papier serait d'environ 97 francs les 100 kilogrammes, abstraction faite de la main-d'œuvre (qui serait bien peu considérable).

» Sans prétendre fixer un chiffre, on peut bien dire que la dernière poudre fabriquée ne coûterait pas au-delà de 150 francs les 100 kilogrammes. On s'accorde à la considérer comme trois fois plus forte que la poudre à canon ; à puissance égale, elle ne coûterait donc, en définitive, que 50 francs les 100 kilogrammes.

» Je ne sais si la nouvelle poudre présente dans la pratique des inconvénients graves, comme quelques

personnes semblent le craindre; mais que d'avantages déjà reconnus n'offre-t-elle pas sur la poudre à canon!

» Une poudre blanche, insoluble et inaltérable dans l'eau, de propriétés et de composition constantes, ne souillant ni la main, ni les vêtements, ni les armes; trois fois plus légère à transporter que l'ancienne poudre, puisqu'elle est trois fois plus forte; qui est susceptible de subir, sans la moindre altération, les voyages par mer; une poudre qu'on inonde dans une poudrière, dans la cale d'un navire, qu'on transporte par eau et qu'on retrouve toujours bonne; voilà certes bien des qualités qui priment celles de la poudre noire, toujours crassante et salissante, toujours craignant l'air humide qui l'altère et l'eau qui la détruit.

» Mais indépendamment de ces considérations toutes à l'avantage de la nouvelle poudre, il en est une autre que je tiens à présenter ici.

» La poudre de guerre est formée de soixante-quinze parties de nitre et de vingt-cinq parties de soufre et de charbon. Lorsqu'elle brûle, elle laisse un résidu fixe, ou, en d'autres termes, inutile à l'effet dynamique, dont le poids s'élève à plus des trois quarts du sien. Les gaz qui entrent en réaction ne constituent donc que le quart à peine du poids de la poudre.

» Dans la nouvelle poudre, au contraire, tout est ressort, tout ou presque tout se réduit en fluides élastiques, et dès-lors on s'explique sa supériorité, à poids égal, sur une poudre qui laisse en brûlant la proportion énorme de 77 centièmes de matière inerte. »

Si l'application du pyroxyle aux armes à feu était susceptible de se régulariser, il y aurait à examiner quelle peut être la gravité d'un inconvénient signalé par M. Dumas, et qui consiste dans la prompte destruction des armes par les vapeurs nitreuses que fournit la combustion du pyroxyle.

« Si, disait M. Dumas, l'explosion du coton fulminant dans les armes ou dans les amorces donne de tels produits gazeux, les armes n'y résisteront pas ; elles seront bientôt oxydées. Mais il est clair, ajoutait M. Dumas, que la détonnation de ce produit doit fournir des produits tout autres quand elle se fait sous la pression du projectile dans un espace étroit, où, pendant quelque temps, les gaz inflammables et la vapeur nitreuse fortement échauffés peuvent réagir l'un sur l'autre. Ainsi, au moins en ce qui concerne la charge des armes à feu, l'emploi du coton fulminant pourrait bien n'avoir pas les inconvénients que feraient supposer les produits acides de son explosion à l'air libre. Dans les amorces, la formation de l'acide nitreux paraît inévitable. » Nous rapporterons, en parlant des nouvelles amorces proposées par M. Pelouze, la réponse de cet habile chimiste aux observations de M. Dumas.

CHAPITRE VII.

MOYENS DE DISTINGUER LE COTON-POUDRE DU COTON ORDINAIRE. — FORMATION SPONTANÉE DE PRODUITS ANALOGUES AU PYROXYLE ; ACCIDENTS ET INCENDIES DUS A CETTE CAUSE.

Quoique l'expérience et l'intervention de l'autorité administrative aient déjà considérablement restreint le maniement du coton-poudre, on comprend cependant l'utilité qu'il peut y avoir, dans certains cas, à distinguer cette substance du coton ordinaire. Et d'abord, afin d'éviter de dangereuses méprises, on a engagé les chimistes à convenir entre eux d'un mode de coloration particulier pour tous les produits pyroxyliques.

M. Gaudin a proposé d'employer le coton *roussi*. Ce chimiste prétend en outre qu'en ayant soin de roussir préalablement le coton, on lui donne de meilleures qualités qui tiennent à ce que l'eau du résidu est moindre. Seulement le roussi doit être faible, et ne pas dépasser la couleur ocre jaune ; quand il est poussé au bistre, le coton perd son ressort, sa combustion devient lente et laisse un résidu de charbon.

M. Bonjean de Chambéry a proposé, comme moyen plus simple et moins long, de teindre directement le coton en rose, en profitant pour cela d'un des nombreux lavages dont cette substance est l'objet à sa sortie du bain acide. « Ainsi, par exemple, dit M. Bonjean, je jette dans la dernière eau de lavage assez de

teinture de santal rouge pour lui donner une teinte rose-rouge, et je plonge dans cette eau le coton lavé encore humide. Après une minute, on peut retirer le coton, l'exprimer et le faire sécher comme d'ordinaire. Si l'on ajoute au bain de teinture un peu d'alun, la teinte rouge du coton est un peu plus foncée, et je me suis assuré, par expérience, que l'addition de ce sulfate double augmente l'énergie du fulmi-coton. »

Mais, indépendamment des méprises à éviter, on comprend qu'il pourrait se présenter des circonstances dans lesquelles il serait très-important de pouvoir se prononcer avec certitude sur la question de savoir si l'on a affaire à du pyroxyle ou a du coton ordinaire. Jusqu'ici on ne connaît pas d'accidents imputables à la malveillance, d'incendies, etc., dus au coton-poudre; mais malheureusement ces cas pourraient se présenter, et alors les experts qui seraient appelés auraient besoin, pour se prononcer, de trouver des caractères certains et infaillibles. Voici ceux que la science possède présentement :

Un jeune chimiste, M. Gaiffe, a proposé le moyen suivant comme le plus simple et le meilleur pour distinguer le coton azotique et les objets qui en seraient formés, du coton ordinaire.

« Le coton azotique bien séché a, dit M. Gaiffe, la propriété, quand on le frotte légèrement entre les doigts, de produire des étincelles électriques, accompagnées de détonnations légères, très-distinctes cependant, et en assez grande quantité pour qu'on puisse, quand on opère dans un milieu obscur, le croire phos-

phorescent. Les étincelles sont bien plus nombreuses que celles qu'on obtient en frottant avec la main une peau de chat. Le coton récemment préparé et bien sec, possède cette propriété à un plus haut degré qu'un coton d'une préparation déjà ancienne. »

Nous ne contestons pas l'exactitude des remarques de M. Gaiffe, mais nous reconnaissons avoir plusieurs fois tenté de les vérifier avec de la pyroxyline bien sèche, et n'avoir jamais obtenu ni étincelles ni détonnations. C'est pourquoi, dans un cas d'expertise, par exemple, il faudrait avoir recours à d'autres caractères M. Vankercknoff a indiqué les suivants :

« Quand on traite le pyroxyle et le coton ordinaire séparément par de l'acide sulfurique concentré, l'un et l'autre se dissolvent à froid, le coton toutefois plus facilement que le pyroxyle. Quand on chauffe ces solutions, elles se comportent différemment; celle du coton ne tarde pas à se colorer fortement, comme on le sait depuis longtemps, tandis que celle du pyroxyle produit en premier lieu un dégagement abondant de gaz et ne se colore que plus tard. Si, au lieu de se servir d'acide sulfurique concentré, on prend un acide de la densité de 1,70 ou 1,68, on voit, il est vrai, s'opérer la dissolution des deux matières à froid; mais on ne trouve plus la moindre coloration de celle du pyroxyle quand on ne dépasse pas la température de 100 degrés. Un acide plus faible encore de densité, par exemple de 1,46, produit les mêmes effets, mais plus lentement. D'après cela, je propose comme moyen très-simple de distinguer le pyroxyle d'avec le coton,

de même que pour juger de la pureté du premier de ces corps, de traiter la matière en question par l'acide sulfurique d'une densité de 1,50 à 1,70, en prenant de cet acide un volume environ triple ou quadruple de celui qu'il faut pour y plonger la substance fibreuse, et de chauffer ensuite au bain-marie; une coloration plus ou moins prononcée ne manque pas d'indiquer la présence du coton, même avant que le bain ait acquis la température de 90 degrés, tandis que le pyroxyle ne donne qu'un dégagement de gaz sans coloration de la liqueur, etc. »

M. Vankercknoff dit encore : « La potasse caustique en dissolution moyennement concentrée pourrait bien servir aussi à distinguer le pyroxyle de la substance avec laquelle on le produit; elle dissout le pyroxyle avec beaucoup de facilité et sans le colorer fortement. Dans cette solution, on ne trouve pas de combinaison de cyanogène. »

C'est à dessein que nous omettons la question de savoir si le microscope peut offrir des moyens sûrs de distinguer le coton azotique du coton ordinaire. Jusqu'ici, quoi qu'en aient dit quelques personnes, la distinction paraît très-difficile, ou même tout-à-fait impossible, s'il faut en croire M. Vankercknoff et le docteur Warth, qui ont non-seulement examiné comparativement les deux substances, mais qui ont produit le pyroxyle sous le microscope même, sans pouvoir constater le plus léger changement d'aspect de la matière. Ainsi, malgré l'action chimique si vive, si puissante qui s'opère, la structure organique du coton

ne serait pas sensiblement altérée. Il y a lieu de revenir sur cette question.

Une autre question fort grave à notre avis et fort digne d'occuper les chimistes, est celle de la production spontanée de matières analogues au pyroxyle ou même identiques avec lui, et capables de produire des incendies. C'est à M. Thénard qu'on doit d'avoir appelé l'attention sur ces faits d'un ordre nouveau. Nous nous bornerons à reproduire la note de M. Thénard, telle qu'elle est rapportée dans le *Compte-rendu* de la séance du 2 novembre 1846, de l'Académie des Sciences :

« Depuis quelques mois, on déposait chez lui (M. Thénard) les mouchures de lampe dans une boîte ouverte. Un soir, vers minuit, au moment où il rentrait, les mouchures prirent feu d'elles-mêmes. Il attribue cet effet à ce que ces mouchures imprégnées d'huile ont absorbé l'oxygène peu à peu et sont devenues spontanément inflammables; il ne doute pas que plus d'un incendie n'ait été produit par une cause semblable ou par une cause analogue.

» Il fait remarquer aussi, au sujet du papier-poudre présenté par M. Pelouze, que la liqueur pouvant s'unir à l'acide nitrique et devenir facilement inflammable, il est possible d'expliquer l'inflammation spontanée qui s'est manifestée quelquefois par suite de la rupture d'une dame-jeanne remplie d'acide nitrique ou d'une fissure qui s'y serait opérée, et qui aurait permis au liquide de s'écouler. Il se fait, par le contact de l'acide avec la paille, un produit dont la combustion est aisément déterminée par des circonstances ultérieures. »

POUDRES ET AMORCES

FULMINANTES.



La fabrication des poudres et des amorces fulminantes est, parmi les industries de création nouvelle, l'une des plus dignes de fixer l'attention de la science et de l'autorité. Les développements rapides qu'a pris cette fabrication, ont eu pour origine l'adoption presque universelle des armes à piston, pour la chasse, le tir et surtout pour l'art militaire. En France, d'après les évaluations les plus exactes (1), on fabrique déjà annuellement plus de 1,200 millions de capsules pour ces différents usages.

Or, si l'on considère que l'industrie, qui fait payer si chèrement parfois les avantages qu'elle procure, ne compte qu'un petit nombre de fabrications plus insalubres que celle des poudres fulminantes, et qu'à coup sûr elle n'en compte pas de plus dangereuses, on sentira l'utilité d'un travail qui aurait pour résultat de faire connaître toutes les particularités de la fabrication dont nous parlons, tous ses inconvénients

(1) Voir *Comptes-rendus* des séances de l'Académie des Sciences, Tome XXIII, No 20, p. 302.

et ses dangers, et d'indiquer ou du moins de provoquer des améliorations.

Les recherches que nous publions ici ont été entreprises dans ce but; nous n'osons pas dire qu'elles l'aient atteint. Nous les publions cependant parce qu'elles serviront au moins à signaler la lacune qu'elles ne sauraient combler, et qu'elles pourront fournir un point de départ à des travaux meilleurs et plus achevés.

On ne doit pas s'attendre à trouver ici une histoire complète des poudres fulminantes. Nous avons évité à dessein les questions purement scientifiques qui se rattachent aux produits dont il s'agit. Ces produits ne nous intéressent que dans leurs rapports avec la technologie et la salubrité, et nous nous renfermerons dans les limites de ce double point de vue.

Il y a longtemps qu'on avait pressenti les applications qu'ont eues de nos jours les poudres fulminantes; et l'histoire des tâtonnements par lesquels ont passé les chimistes et les arquebusiers, nous fournirait un long chapitre, qui serait déplacé ici.

Nous rappellerons seulement les faits les plus saillants. En 1810, un habile armurier de Paris, M. Prélat, introduisit en France une platine construite sur un modèle anglais, et dans laquelle on se servait pour l'amorce de la poudre composée par Berthollet, c'est-à-dire d'une poudre dans laquelle le muriate suroxygéné de potasse remplaçait la poudre ordinaire. Cette poudre s'enflammait par le choc d'un piston sur lequel s'abattait la pièce faisant les fonctions de chien.

L'armurier Lepage commença vers la même époque à se distinguer aussi parmi ceux qui s'efforcèrent de vaincre les difficultés qui s'opposaient à l'usage des amorces de poudre inflammable par le choc. Deboubert construisit aussi un fusil ingénieux, et en 1812 Pauly prit un brevet pour une arme analogue, se chargeant par la culasse et offrant entre autres avantages, celui de ne craindre ni l'humidité ni la pluie. Ces armes furent encore perfectionnées les années suivantes, et en 1814, Brillat de Savarin fit un rapport à la Société d'Encouragement, dans lequel il soutenait que les fusils Pauly pouvaient être utilement appliqués à l'usage militaire, et qu'ils devaient être placés au premier rang parmi les armes de chasse.

Cependant, malgré les avantages réels que les poudres fulminantes paraissaient devoir offrir comme poudres d'amorces, avantages proclamés dès 1810 dans les rapports de Benjamin Delessert et de Gengembre, malgré les dispositions ingénieuses des armes de Pauly, la somme des inconvénients dépassait encore celle des avantages.

Les fâcheux effets des poudres de muriate suroxygéné avaient été indiqués en 1812, dans un rapport adressé à la Société d'Encouragement par Regnier, et relatif à une nouvelle carabine exécutée par l'armurier Gosset.

Tout en reconnaissant les progrès accomplis dans l'art de l'arquebusier et en louant les efforts de ses contemporains, Regnier déclarait qu'avant de pouvoir employer utilement les nouveaux fusils, et surtout de

pouvoir les introduire dans l'armée, il fallait que les poudres d'amorces eussent réuni plusieurs qualités essentielles : 1° préparation facile, transport sans dangers ; 2° qu'elles n'oxydassent point les armes, ainsi que cela arrivait avec les poudres de muriate suroxygéné ; 3° qu'elles ne prissent pas l'humidité de l'atmosphère, comme cela arrivait à la poudre d'*argent détonnant*.

Regnier ne doutait pas, au reste, que ces difficultés ne fussent vaincues, et il annonçait qu'un jour on regarderait les platines à silex « *par curiosité, comme on voit aujourd'hui les anciennes platines à mèche et à rouet.* »

Les prévisions de Regnier sont aujourd'hui complètement réalisées. En 1818, Lepage présenta un nouveau fusil de chasse à percussion, dans lequel l'amorce était non plus de muriate suroxygéné ou d'argent détonnant, mais de fulminate de mercure, et c'est à la substitution de ce composé à ceux qu'on avait employés jusque là, qu'est due en grande partie la révolution qui est maintenant accomplie dans l'usage des armes à feu.

Nous ne suivrons pas l'histoire des armes à piston et des poudres fulminantes depuis 1818. Cette histoire nous écarterait de notre but ; il suffit d'avoir signalé les directions dans lesquelles on s'était d'abord engagé avant de prendre le fulminate de mercure pour base des amorces, et ce que nous avons dit sur ce sujet aura l'avantage de nous dispenser de consacrer un chapitre particulier à chacun des composés fulminants que la chimie met à la disposition de l'industrie. Le

but de ce travail étant essentiellement pratique, nous n'aurons pas à revenir sur le muriate suroxygéné de potasse, sur l'argent fulminant, etc., qui ne reçoivent plus aujourd'hui que des applications sans importance. Le fulminate de mercure étant au contraire d'un usage chaque jour plus étendu, c'est sur lui que se concentrera notre attention.

CHAPITRE PREMIER.

DU FULMINATE DE MERCURE.

§ Ier. PRÉPARATION.

Depuis que les poudres fulminantes ont pris de l'importance dans l'industrie, on a proposé successivement divers procédés pour les préparer, et surtout pour préparer le *fulminate de mercure*.

Voici le mode de préparation qui se trouve indiqué dans une instruction annexée à l'un des rapports adressés à l'autorité par le Conseil de salubrité de la Seine. Dans cette instruction, M. Gaulthier de Claubry (1) proposait de préparer le *fulminate de mercure* comme il suit :

« La dissolution du mercure dans l'acide nitrique s'opère dans un matras en verre à col court, que la

(1) Voir *Annales d'Hygiène*, Tome XIX, p. 261.

liqueur ne doit remplir que jusqu'aux deux tiers; comme il se dégage une grande quantité de vapeurs rutilantes, le matras doit être placée sous une cheminée ayant un bon tirage, ou à son défaut dans une cour ou un jardin; une faible élévation de température est nécessaire; les proportions ordinairement employées sont 750 grammes de mercure et 9 kilogrammes d'acide nitrique.

» On divise la dissolution entre cinq matras en verre pour en opérer le mélange avec l'alcool; pour cela, quand la dissolution mercurielle a une teinte jaunâtre, le mercure ayant disparu, on la laisse refroidir dix à douze minutes, et on la verse par cinquième dans les matras, entre lesquels on distribue 8 à 10 litres d'alcool à 36°; souvent une action très-vive se produit, et le fulminate commence à se déposer; l'opération est achevée quand il ne se dégage plus de vapeurs et que la liqueur devient limpide; dans beaucoup de cas, il faut porter un peu de feu sous les matras pour déterminer la réaction. Dans l'un comme dans l'autre cas, il se dégage une grande quantité de vapeurs dont l'action sur l'économie animale est *très-forte*, et que l'on peut condenser au moyen d'un appareil dans lequel on retrouve une certaine quantité de mercure, de l'alcool, beaucoup d'une espèce particulière d'éther et quelques autres produits.

» Quand le fulminate est bien déposé, il faut en séparer l'eau-mère et le réunir dans deux matras, dans lesquels il s'en sépare une nouvelle quantité; on verse alors le tout dans une sébile en bois, et on le lave

après décantation avec à peu près un quart de son volume d'eau. »

Le procédé de préparation qui est considéré aujourd'hui comme le plus convenable est celui qui a été adopté en Angleterre à la suite des recherches du docteur Ure, faites en 1831 au nom de la Commission d'enquête, instituée lors du remplacement, dans l'armée anglaise, des fusils à pierre pour les fusils à piston. C'est celui qui donne la plus forte proportion de fulminate. Voici ce procédé :

On dissout à une douce chaleur 100 parties en poids de mercure dans 1000 parties d'acide nitrique ayant une densité de 1,40, et on verse cette dissolution, préalablement portée à 55° c., dans 830 parties d'alcool ayant une densité de 0,83. Si l'on mesure le mercure, l'acide nitrique et l'alcool au volume, ce qui est plus commode, il faudra, pour 1 partie du premier, prendre 7 parties et demie du second et de 10 parties du dernier de ces corps.

On dissout le mercure dans l'acide nitrique ; pour cette opération on emploie une cornue en verre, tubulée, dont le col plonge dans un ballon à deux tubulures, placé dans un vase où arrive constamment de l'eau fraîche et dans lequel se condensent une grande partie des vapeurs acides qui se dégagent de la cornue.

La liqueur condensée est reversée dans la cornue. Quand tout le mercure est dissous, et lorsque la dissolution a atteint la température de 55°, on la verse lentement, à l'aide d'un entonnoir en verre, dans l'alcool renfermé dans un matras en verre, dont le volume doit

être au moins six fois plus considérable que celui de la liqueur qu'il doit contenir. Au bout de quelques minutes, il commence à se former sur le fond du matras un léger dégagement de gaz dont la quantité augmente peu à peu jusqu'à produire un bouillonnement très-vif et à donner au liquide une apparence mousseuse. C'est alors qu'il se dégage par le col du matras une vapeur épaisse et blanchâtre, formée en grande partie, comme nous l'avons dit, d'éther nitreux, et très-remarquable par sa grande inflammabilité.

On avait essayé de condenser la partie de mercure qui est entraînée mécaniquement sans doute par cette vapeur, en faisant passer celle-ci à travers une dissolution de sous-carbonate de soude, mais comme ce procédé avait pour effet de rendre la formation du fulminate beaucoup plus difficile, et d'en altérer la qualité par suite du léger excès de pression qui en résultait, on paraît y avoir généralement renoncé.

Quand le bouillonnement et le dégagement des vapeurs blanchâtres ont cessé, on jette le contenu du matras sur un filtre en double papier sans colle et on lave le précipité de fulminate à l'eau pure et froide, jusqu'à ce que les eaux du lavage n'exercent plus aucune réaction acide sur le papier de tournesol. On enlève alors le filtre de l'entonnoir, et on l'étend sur une plaque de cuivre laminé ou de faïence chauffée en-dessous à 100° par un courant de vapeur. On partage ensuite le précipité desséché en portions de 5 à 6 grammes (1 gros 22 grains à 1 gros et demi), que l'on

renferme chacune dans un papier et que l'on introduit après dans une caisse ou un grand bocal en verre fermé avec un bouchon.

A l'aide du procédé qui vient d'être décrit, on obtient de 100 parties en poids de mercure, 130 parties de fulminate; or, comme 100 parties de mercure correspondent à 142 de fulminate, la perte en mercure n'est que de 8 $^1/_2$ p. 100 du mercure employé.

Nous reviendrons bientôt sur ces procédés pour montrer ce qu'ils présentent encore de défectueux relativement à la sécurité de l'opération, et nous indiquerons les précautions que l'autorité doit sévèrement prescrire dans les fabriques, afin d'éviter les dangers auxquels les ouvriers sont exposés.

§ II. CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU FULMINATE. — CONDITIONS D'EXPLOSIBILITÉ.

Le fulminate de mercure bien préparé se présente sous la forme de petits cristaux brillants d'un gris brunâtre, qui paraissent transparents lorsqu'on les place sur un verre de montre et qu'on les humecte de quelques gouttes d'eau. Ils se dissolvent sans résidu dans 130 parties d'eau bouillante, et se précipitent de nouveau à l'état cristallin par le refroidissement.

Le fulminate se décompose avec flamme et explosion, soit par le choc, soit lorsqu'on le chauffe à la température de 188°; il se dégage de l'azote, de l'acide carbonique et des vapeurs d'eau et de mercure.

Les conditions d'explosibilité du fulminate de mercure sont très-importantes à étudier au point de vue des questions de salubrité que nous aurons à traiter. Ainsi, il faut remarquer que l'explosion est d'autant plus facile sous l'influence du choc, que les corps choqués présentent plus de dureté ; le choc du bois contre du bois ou même du fer contre du bois ne détermine pas l'explosion. Elle n'arrive que très-rarement entre le fer et le plomb; plus souvent, quoiqu'avec difficulté, entre le verre et le verre, le marbre et le marbre. Elle se produit toujours entre le fer et le fer, un peu moins facilement entre le fer et le bronze, le fer et le cuivre.

Par le frottement, au contraire, on la détermine aisément entre deux plaques de bois, un peu moins facilement entre deux plaques de marbre ou de fer, où entre le fer et le marbre ou le bois.

Les cristaux les plus volumineux sont ceux qui détonnent le plus facilement. Lorsqu'on humecte le fulminate de 5 p. 100 d'eau, la partie la plus violemment choquée détonne seule; l'inflammation ne se propage pas.

Lorsqu'on ajoute 30 p. 100 d'eau, on peut sans danger broyer le fulminate sur une table de marbre avec une molette de bois.

Toutes ces circonstances doivent être bien connues des fabricants, des contre-maîtres et s'il se peut des ouvriers, et on verra qu'elles fournissent d'utiles enseignements pour diminuer les dangers de la fabrication des poudres fulminantes.

Avant de parler des accidents produits par la préparation des fulminates, nous devons dire quelques mots du *fulminate d'argent*, en évitant toutefois de consacrer un chapitre spécial à ce composé insignifiant, quant à ses applications, et bien plus dangereux encore à manier que le fulminate de mercure.

Depuis longtemps on a complètement renoncé à employer le fulminate d'argent aux armes à feu, précisément à cause de son excessive explosibilité. On ne s'en sert plus aujourd'hui que pour préparer les *pois fulminants;* aussi nous bornerons-nous à rapporter la courte notice que M. Francœur consacre au composé dont nous parlons dans ses Éléments de Technologie.

« Dissolvez de l'argent dans de l'acide nitrique et mettez-y un peu de chaux, il se formera un précipité qui est de l'oxyde d'argent. Cet oxyde, qu'on fait dissoudre dans l'ammoniaque, donne par l'évaporation lente à siccité de petits cristaux brillants, lamelleux, qui détonnent au moindre frottement. C'est ce qu'on appelle *l'argent fulminant.* »

Ce qui sera dit plus loin des dangers inhérents au maniement du fulminate de mercure et des poudres fulminantes, s'applique à plus forte raison au fulminate d'argent, qui est le plus explosif de ces produits. On se souvient de la mort si désastreuse du chimiste anglais Hennel, dont le corps fut broyé et mis en lambeaux, qui furent dispersés eux-mêmes et projetés à de grandes distances. C'est au fulminate d'argent qu'a été due cette catastrophe.

§ III. EXPLOSIONS, INCENDIES ET AUTRES ACCIDENTS PRODUITS PAR LES FLUIDES ÉTHÉRÉS PROVENANT DE LA PRÉPARATION DES FULMINATES.— SOINS A DONNER AUX OUVRIERS A LA SUITE DE CES ACCIDENTS.

Lorsqu'on a dissous dans l'acide nitrique la quantité de mercure nécessaire et qu'on ajoute l'alcool, il se produit, comme on l'a vu, une vive réaction. La masse entière du liquide est fortement agitée ; il se dégage d'abondantes vapeurs éthérées, très-inflammables et qui ont donné lieu plusieurs fois à de terribles incendies.

Au moment où le mélange du nitrate acide de mercure et de l'alcool donne lieu à la production du fulminate, le matras de verre dans lequel se fait l'opération peut se briser et la liqueur se répandre sur le feu. Toutefois, M. Gaulthier de Claubry pense que cet accident ne saurait avoir en général des suites bien fâcheuses, parce que la quantité considérable de dissolution mercurielle éteindrait le feu, et que la flamme de l'alcool ne peut que difficilement enflammer la poudre.

Mais il est d'autres dangers, beaucoup plus graves pour les ouvriers et qui ont leur source dans les vapeurs éthérées dont nous parlons. Il importe de nous arrêter avec quelques détails sur ce sujet, auquel M. Gaulthier de Claubry a consacré un article inséré dans le numéro du 8 octobre 1839, des *Annales d'Hygiène publique*. Ce chimiste a joint, en outre, à cet

article l'exposé des accidents qu'il a éprouvés lui-même en se livrant à la préparation des fulminates.

« Jusqu'à, il y a 3 ans environ, dit M. Gaulthier de Claubry, les fulminates ont été préparés en vases ouverts; les produits volatils se répandaient dans l'atmosphère, et les ouvriers occupés à ce travail ont souvent signalé la fatigue qu'ils en éprouvaient. »

On a pu remarquer que dans l'instruction annexée à son précédent rapport, M. Gaulthier de Claubry notait que lorsqu'on fait agir l'alcool sur le nitrate de mercure, il se dégage une grande quantité de vapeurs dont l'action sur l'économie est *très-forte;* mais à cette époque, l'action dont nous parlons n'avait pas été étudiée. Ce fut plus tard que quelques faits d'une terrible gravité conduisirent à entreprendre cette étude.

En effet, les produits volatils dont nous avons parlé étaient restés d'abord sans emploi, mais l'amour du gain ne tarda pas à inspirer à quelques fabricants l'idée d'en tirer parti, et l'un d'eux sollicita et obtint un brevet d'invention pour l'extraction de l'alcool des liquides éthérés ; on assure même que cette extraction a fourni une assez grande quantité d'alcool pour qu'il pût être livré à la consommation. Ce procédé consistait à saturer par la craie les liqueurs condensées, et à distiller le produit séparé du résidu solide.

Pendant qu'on se livrait à cette extraction de l'alcool, M. Gaulthier de Claubry ayant visité l'établissement où l'on pratiquait cette opération, apprit du fabricant lui-même « qu'un ouvrier avait été asphyxié

en saturant les liqueurs par la craie, et qu'un de ses camarades, en voulant le relever, avait presque éprouvé le même sort; le premier de ces hommes avait donné beaucoup d'inquiétude, à cause des accidents nerveux violents qui s'étaient manifestés chez lui quelques instants après qu'il était tombé sans connaissance, et il s'était ressenti pendant plusieurs heures de l'affection qu'il avait éprouvée. « J'interrogeai cet homme, ajoute M. Gaulthier de Claubry, pour tâcher de bien connaître le genre de souffrances qu'il avait ressenties; il ne put me dire autre chose, si ce n'est qu'il avait été subitement pris d'une forte douleur de tête et que les forces l'avaient immédiatement abandonné, mais il ne put caractériser l'odeur qu'il avait sentie.

» Je fis, en ma présence, procéder à une saturation: le liquide éthéré se trouvait réuni dans un cuvier: on y projeta de la craie et on agita au moyen d'un long râble ; les ouvriers cherchaient à bien se tenir à l'abri des vapeurs qui se dégageaient, et m'engagèrent vivement à ne point approcher du cuvier; j'examinai avec précaution quelle était l'odeur que l'on ressentait : celle d'acide cyanhydrique était très-manifeste; je fus immédiatement pris d'une forte douleur de tête qui ne fut entièrement dissipée qu'après le sommeil de la nuit.

» Cela explique parfaitement, dit encore le même chimiste, les plaintes qui ont été adressées à M. le préfet de police par les voisins de la distillerie de Moulineaux, où précédemment on opérait cette saturation avant de passer les liqueurs à l'alambic. Par suite de

ces plaintes, la saturation a lieu aux bruyères de Sèvres, dans la localité même où se fabriquent les fulminates.

» Le manque d'eau dans cette partie élevée du pays empêche le fabricant d'étendre ses liqueurs d'eau; une quantité assez considérable d'éther est perdue, et l'odeur d'acide cyanhydrique se manifeste plus fortement. En effet, quand les liqueurs sont mêlées avec de l'eau avant la saturation par la craie, l'acide cyanhydrique forme en presque totalité du cyanure de calcium. »

Conduit par ces observations à étudier plus attentivement les produits éthérés dont nous parlons, M. Gaulthier de Claubry reconnut que les produits de la condensation sur lesquels on opère avec la craie, ont une odeur agréable d'éther nitreux, mais que quand on les respire quelque temps, on éprouve constamment une sensation pénible, et une douleur de tête qui se fait particulièrement sentir à l'occiput.

Ayant traité par l'eau le produit liquide provenant de l'appareil condensateur, il vit s'en séparer une quantité plus ou moins considérable d'un liquide jaunâtre, d'une forte odeur d'éther nitreux. Ayant essayé d'en réunir une petite quantité à l'aide d'une pipette très-effilée, après deux ou trois opérations il éprouva un tournoiement de tête et une sensation pénible de resserrement à la tête et à la poitrine. « Une goutte de liquide ayant touché ma langue, dit-il, les douleurs devinrent vives; les objets qui m'environnaient ne m'apparaissaient plus qu'à travers un brouillard. Un tinte-

ment d'oreilles très-prononcé vint s'ajouter à ces effets. Après quelques secondes, un tremblement des membres se manifesta, et j'éprouvai un commencement de perte de connaissance. Un flacon renfermant de l'ammoniaque se trouvait à côté de moi; j'eus encore assez de force pour le déboucher, mais non pour le porter jusqu'à mon nez; en me penchant sur la table, je pus en approcher assez pour être frappé par l'odeur de l'ammoniaque, qui me ranima.

» La douleur de la poitrine était devenue violente, celle de la tête insupportable; cette dernière se faisait sentir particulièrement à l'occiput et aux pariétaux; je n'apercevais qu'avec peine les objets environnants; de violentes palpitations me rendaient la respiration difficile, je me hâtai de sortir de mon laboratoire; mes jambes pouvaient à peine me porter, même après une heure. La céphalalgie se maintint avec violence pendant plus de vingt-quatre heures, ainsi qu'un engourdissement des membres et un sentiment pénible de resserrement à la poitrine: je ne fus entièrement débarrassé de tous ces symptômes qu'au bout de trois jours.

» Comme symptôme extérieur, il se manifesta sur toute la face une cyanose très-marquée qui dura plusieurs heures.

» Deux des élèves qui m'aidaient dans mes recherches éprouvèrent, à plusieurs reprises, une très-grande fatigue en opérant sur les produits qui nous occupent. »

Nous regrettons vivement que les documents nous

fassent défaut pour comparer ces effets sur l'économie, d'une part avec les phénomènes de l'empoisonnement par l'acide hydrocyanique, et d'autre part avec les effets produits par l'inhalation des vapeurs d'éther qui viennent de faire si grand bruit.

On ne pourrait rigoureusement assimiler aux effets produits dans les fabriques de fulminates, que l'empoisonnement par l'acide hydrocyanique en vapeur, empoisonnement observé soit dans les laboratoires de chimie, soit dans les expériences pratiques sur des animaux. Ainsi, on rapporte que Coullon fut pris, en ouvrant un flacon d'acide hydrocyanique pur, d'une vive constriction à la poitrine; un préparateur de Vauquelin ayant flairé un flacon vide dans lequel on avait fait passer de la vapeur de cet acide, éprouva des accidents qui ne se dissipèrent qu'à la longue. Ittner éprouva des vertiges pour avoir commis une imprudence semblable. Enfin, les expériences de MM. Magendie, Devergie, etc., ne laissent aucun doute sur l'énergie extrême de l'acide hydrocyanique volatilisé; elles prouvent que l'action, dans ce cas, est plus instantanée que lorsque l'acide agit sur les voies digestives et sous forme liquide. Du reste, les phénomènes de l'empoisonnement sont à peu près les mêmes: c'est la perte de connaissance et souvent du mouvement et du sentiment, des phénomènes spasmodiques ou tétaniques, surtout le trismus, qui s'observent le plus souvent. M. Orfila a noté que chez tous les animaux soumis à ses expériences, et chez les sept individus (1) dont

(1) Ces individus avaient tous succombé dans l'espace d'une demi-

MM. Adelon, Marc et Marjolin ont rapporté les observations, l'empoisonnement avait présenté deux périodes bien distinctes : l'une spasmodique, d'irritation; l'autre d'affaissement, de relâchement; mais en admettant ces remarques comme l'expression du fait général, nous croyons nécessaire d'insister sur la difficulté, l'impossibilité même de rien établir d'absolu sur la rapidité d'action de l'acide hydrocyanique et sur l'enchaînement des phénomènes qui surviennent chez les individus empoisonnés.

Les expériences de M. Magendie et de Christison ont prouvé qu'une goutte de l'acide pur, placée sur la langue ou la conjonctive d'un animal, le fait périr en quelques secondes; qu'une goutte injectée dans les veines tue avec la rapidité de la foudre. Les expériences de Coullon, d'Emmert, de Krimer, faites avec l'acide étendu d'eau; les observations déjà assez nombreuses d'empoisonnement produit par cet acide étendu, établissent que l'âge des sujets, leur susceptibilité particulière, les différentes voies par lesquelles le poison a été introduit, entraînent des différences assez marquées dans les effets du poison.

Dans aucune des observations d'empoisonnement nous n'avons noté cette douleur fixe à la partie postérieure de la tête sur laquelle insiste M. Gaulthier de Claubry; la céphalalgie est assez souvent notée, mais le siège n'est pas indiqué. C'est un point à revoir.

heure à trois quarts d'heures pour avoir pris chacun environ 53 centigrammes (10 grains) d'acide hydrocyanique médicinal.

Parmi les symptômes signalés par les médecins légistes, l'un des plus constants, celui de tous qui peut-être a paru le plus persistant, c'est une anxiété précordiale plus ou moins vive. C'est sans doute à ce phénomène que M. Gaulthier de Claubry fait allusion en parlant de cette grande fatigue que ressentaient les ouvriers exposés à l'action de produits éthérés provenant de la préparation du fulminate de mercure. Ce chimiste note, du reste, qu'il éprouva lui-même une sensation violente de resserrement à la poitrine.

Depuis que l'attention s'est portée avec un empressement et un enthousiasme faciles à comprendre et bien légitimes d'ailleurs, sur les effets produits par les inhalations *de l'éther*, on a lieu de se demander si les effets observés dans les fabriques de fulminate, et ceux que M. Gaulthier de Claubry a éprouvés lui-même, ne pourraient pas être produits par les seules vapeurs d'éther, indépendamment de l'acide hydrocyanique?

Il est très-probable que, dans certains cas du moins, l'éther nitreux, dont l'odeur domine dans les vapeurs qui nous occupent, joue un rôle important dans la production des phénomènes. Les expérimentateurs finiront sans doute par entrer dans une voie que leur a tracée M. Jules Cloquet, en les engageant à étudier séparément l'action des différents éthers. Au reste, l'inhalation pratiquée avec l'éther sulfurique a produit, comme on sait, dans un assez grand nombre de cas, au lieu de la sédation, de l'insensibilité que l'on attendait, des mouvements convulsifs, et une ex-

citation très-vive ; elle a laissé après elle du malaise et une céphalalgie opiniâtre. On peut même assurer que tous les phénomènes mentionnés par M. Gaulthier de Claubry, comme se rattachant à l'action des produits gazeux de la fabrication des fulminates, ont été observés à la suite de l'action des vapeurs éthérées, non-seulement dans l'inhalation pratiquée par le procédé américain, mais dans l'inhalation telle qu'on la pratiquait auparavant pour calmer la douleur, la toux, faire cesser la syncope. M. Guersent a eu soin d'insister sur ces faits à l'article *Éther* de la nouvelle édition du *Dictionnaire de Médecine.*

Quels seraient les soins à donner aux ouvriers qui éprouveraient les accidents que M. Gaulthier de Claubry a signalés ?

Il est évident qu'il faudrait se conformer ici aux préceptes établis relativement à l'empoisonnement par l'acide hydrocyanique. Mais nous ne voulons pas rappeler ici tout ce qui a été avancé sur les prétendus antidotes de cet acide : on sait aujourd'hui que le lait, l'albumine, la soude, la potasse, l'eau de savon, l'huile d'olive, l'essence de térébenthine, la thériaque, le café, etc., préconisés tour-à-tour comme d'infaillibles contre-poisons, sont au moins inutiles, lorsqu'ils ne produisent pas d'effets manifestement fâcheux.

Dès 1826, les expériences de M. Orfila ont démontré aussi l'inutilité de l'ammoniaque *pris à l'intérieur*. Mais les nouvelles expériences rapportées par ce professeur dans le *Mémoire sur l'acide hydrocyanique,* publié dans le 1er volume des *Annales d'Hygiène*

(1829), prouvent que « l'inspiration d'une eau légèrement ammoniacale peut guérir l'empoisonnement par l'acide hydrocyanique en stimulant le système nerveux affaissé. »

M. Orfila reconnaît que le succès dépend en partie de la promptitude avec laquelle le malade est secouru.

En 1829, M. Siméon, pharmacien de l'hôpital Saint-Louis, proposa le chlore comme contre-poison de l'acide hydrocyanique, et c'est encore à M. Orfila qu'il appartient d'avoir établi expérimentalement que l'*eau chlorée*, administrée même quatre à cinq minutes seulement après l'empoisonnement, avait ramené à la vie des chiens ayant pris une dose d'acide suffisante habituellement pour tuer en quinze minutes.

Les expériences du docteur Herbst, de Gœttingue, et de M. Orfila, sur l'utilité des *affusions d'eau froide* dans l'empoisonnement qui nous occupe, fournissent encore une ressource précieuse contre les accidents qui pourraient survenir dans les fabriques de fulminate. C'est surtout, en effet, dans les cas assez légers, lorsque la dose du poison n'avait pas porté sur le système nerveux une empreinte trop profonde, qu'on a vu réussir ce moyen si facile à employer. « Lorsqu'on a employé (1), disait le docteur Herbst, des quantités d'acide assez faibles pour ne point être mortelles par elles-mêmes, deux ou trois affusions

(1) Voyez *Journal complémentaire*, numéro de mars 1829.

d'eau froide suffisent déjà pour faire cesser le trouble auquel le poison avait donné lieu. Mais si la dose d'acide était plus considérable, il faut répéter plus souvent et prolonger davantage l'emploi des affusions. Le succès de ce moyen dépend aussi de la célérité qu'on apporte à le mettre en usage, etc. »

L'action de l'air frais concourra dans tous les cas utilement, avec les autres moyens, à rétablir l'innervation dans son intégrité. Aussi devra-t-on s'empresser de porter les ouvriers au grand air, loin du lieu où l'accident est survenu.

Nous aurions voulu pouvoir nous exprimer avec plus d'autorité, et d'après des observations personnelles, sur la grave question d'hygiène industrielle dont il s'agit en ce moment; mais il nous a été absolument impossible de faire aucune étude dans les fabriques d'amorces fulminantes qui se trouvaient à notre portée; il nous a donc fallu, présentement du moins, nous contenter des renseignements que la science met à la disposition de tous, renseignements incomplets et très-insuffisants comme on voit.

On nous a affirmé que les accidents provenant de l'action des vapeurs dont nous parlons, sont aujourd'hui très-rares, ou même à peu près sans exemple, à cause des précautions auxquelles on a fini par s'astreindre; toutefois, les graves dangers auxquels ces vapeurs exposent les ouvriers, ont encore fixé dans ces derniers temps l'attention de quelques chimistes, et nous devons à M. Chandelon, professeur à l'Uni-

versité de Liège, la construction d'un appareil destiné à les éviter (1).

Cet appareil, qui mérite d'être connu, se compose :

1° De deux ballons en verre A (*voir* Planche II), de 40 litres de capacité, reposant sur un chevalet, et dans lesquels on introduit les matières propres à produire le fulminate de mercure. Chacun de ces ballons porte à la partie supérieure du col, qui est dépolie, un collier B en bois, recouvert d'une feuille de plomb et s'adaptant à frottement. Le collier, par sa rainure circulaire *a*, forme fermeture hydraulique avec les tuyaux *c c* qui relient les ballons à l'appareil de condensation. Ces tubes, pour plus de solidité, sont supportés par des tiges de fer implantées dans le sol de l'atelier.

2° D'une série de quatre tourilles ou grès-céram commun, D D D D, munies à leur partie inférieure d'un robinet E, aussi en grès, par lequel les produits condensés s'écoulent dans le tuyau F, et portant à leur partie supérieure des tubulures *hhhh* à fermeture hydraulique, dans lesquelles viennent s'adapter les tubes en grès GGGG, qui mettent en communication les diverses bombonnes dont se compose le système. Chaque bombonne a une capacité d'environ 90 litres; la première est à trois tubulures, les autres n'en portent que deux.

3° D'un tuyau en grès H à fermeture hydraulique, encastré dans la muraille de l'atelier, servant à con-

(1) La description et les figures sont empruntées au numéro de janvier 1847 des *Annales d'Hygiène*, p. 216-217.

duire dans la cheminée les vapeurs délétères non condensées dans les tourilles.

4° D'un tuyau ou conduit F en grès, placé dans le sol de l'atelier et recevant de chaque robinet les liqueurs condensées dans les bombonnes, pour les conduire dans le *bac à saturer* qui se trouve en plein air en dehors de l'atelier.

L'appareil étant monté pour fonctionner, on commence par verser dans chaque tubulure *h* l'eau nécessaire pour qu'il y ait fermeture; on enlève le tuyau *c*, et l'on introduit dans un des ballons 4,2 litres d'alcool à 36°; d'autre part, on fait dissoudre à chaud 0 kil. 367 de mercure dans 4,111 d'acide nitrique à 36°; et aussitôt que cette dissolution est faite et que sa température est à 80 degrés, on la verse au moyen d'un entonnoir à longue tige dans le même ballon qui contient l'alcool.

Le tuyau C étant remis à sa place, on remplit d'eau la rainure du collier et on laisse l'opération marcher d'elle-même. Au bout de quelques instants la réaction commence, et la grande masse de vapeurs qu'elle produit passe par les diverses bombonnes qui, suffisamment refroidies par le contact de l'air froid, en condensent la majeure partie : la portion qui leur échappe se rend par la cheminée à l'extérieur de l'atelier sans nuire aux ouvriers.

Les soins de l'opérateur, pendant tout le cours de cette opération, se bornent à verser de temps à autre de l'eau froide dans chaque tubulure, pour remplacer celle qui s'y est échauffée : ce liquide, par l'effet même

de la construction de la tubulure, se rend dans l'intérieur de la tourille. Lorsque la réaction du nitrate acide de mercure sur l'alcool est terminée, on enlève de nouveau le tuyau *e*, en ayant soin de boucher aussitôt par une cloche de verre la tubulure qu'il laisse béante, et l'on procède immédiatement avec le second ballon à une autre opération, qui s'exécute en tous points comme la première, avec les proportions ci-dessus indiquées; on obtient 0k.,600 de fulminate humide, ou 0k.,450 de fulminate sec, et trois litres et demi de liqueur condensée.

§ IV. CONSERVATION DU FULMINATE DE MERCURE.

Le fulminate de mercure, préparé comme nous l'avons dit, est mis à part et peut être conservé plus ou moins longtemps pour la fabrication de la poudre et des amorces fulminantes. Cette conservation exige aussi les plus grands soins : on dépose en général le fulminate dans un baquet en bois blanc aussi exempt que possible de défauts et de fils, et on le maintient constamment sous l'eau.

« Le baquet, dit M. Gaulthier de Claubry, doit être recouvert avec un couvercle formé d'une toile cirée noire, tendue sur un cerceau en bois plus large que le baquet, les bords étant bien fixés au moyen de petits clous dans l'intérieur du cerceau, afin que tout l'extérieur soit bien lisse. C'est la toile cirée elle-même qui doit reposer sur les bords du baquet; par ce moyen elle le recouvre uniformément et il s'y attache

quelques parties de fulminate : il est très-facile de l'enlever de cette surface lisse en se servant d'une éponge mouillée ; le baquet se trouve ainsi soustrait à beaucoup de chances d'accidents qui proviendraient de l'emploi d'un couvercle en bois ou de la chute de quelques matières étrangères dans le fulminate. C'est surtout lorsqu'on balaie l'atelier, que l'on doit avoir un soin tout particulier de couvrir le baquet ; quelques grains d'une matière dure peuvent déterminer par un léger frottement la fulmination de la matière. »

Les précautions dont nous venons de parler sont d'autant plus indispensables, que c'est à l'oubli de leur observation minutieuse qu'ont été dus de nombreux accidents et en particulier celui qui a coûté la vie à Julien Leroy. N'ayant pas sous sa main la spatule en bois qui servait à diviser le fulminate dans divers vases, ce fabricant eut l'imprudence de se servir d'une baïonnette ; il se fit une détonnation si forte, que le malheureux Leroy fut lancé au plafond, et expira quelques instants après horriblement mutilé.

On ne saurait trop insister sur la nécessité de tenir le fulminate toujours recouvert d'une couche assez épaisse d'eau, et lorsqu'on en enlève une partie, d'avoir grand soin qu'aucune des parties qui restent ne fasse saillie hors de l'eau, et n'adhère pas aux parois du baquet.

CHAPITRE II.

DES POUDRES FULMINANTES.

§ Ier. PRÉPARATION.

« Le plus ordinairement, dit M. Gaulthier de Claubry, pour opérer le mélange du fulminate de mercure avec le nitrate de potasse, on prend celui-ci en morceaux, et on le broie avec le fulminate. » Il est aisé de comprendre les dangers d'une pareille préparation ; aussi importe-t-il au plus haut point de se conformer aux prescriptions qui ont été données, et qui consistent à n'employer le nitre *que mis préalablement en poudre fine*, et à avoir soin de l'humecter légèrement, et après l'avoir étalé sur une surface assez étendue. On y fait ensuite tomber le fulminate en se servant d'une spatule en buis ou en corne.

« On doit, ajoute M. Gaulthier de Claubry, opérer le broyage sur une table en marbre très-polie, de 1 mètre sur 2 : un marbre noir est préférable à un marbre blanc, parce que l'on distingue plus facilement la poudre qui peut rester sur quelques points. » Mais le marbre est-il véritablement la matière la plus convenable pour un broyage aussi dangereux. Nous renvoyons, pour éviter des répétitions, à ce qui a été dit relativement au broyage et aux autres opérations qu'exige le mastic des allumettes chimiques.

» Pour opérer le broyage, il faut commencer par mêler les substances avec la spatule en bois ou en corne. On termine l'opération en soumettant le mélange à l'action d'une molette ou d'un rouleau en bois. M. Gaulthier de Claubry proscrit le bois blanc, parce que, sous l'influence de l'humidité, il s'en détache quelquefois des fils. Il conseille les rouleaux en buis ou en sorbier.

Dans toute cette opération, il faut agir avec les plus grandes précautions, et broyer le plus légèrement possible, si l'on veut éviter des détonnations d'autant plus terribles que l'on a affaire à une quantité plus considérable de pâte. Il faut en outre veiller à ce que le marbre et la pâte qui le recouvre gardent toujours un certain degré d'humidité, car si l'on dépassait un certain degré de dessiccation, l'explosion serait presque inévitable, même en n'exerçant que des pressions très-légères.

On comprend encore, d'après ce qui vient d'être dit, la nécessité de n'opérer que sur de petites masses à la fois, et de diviser en plusieurs fractions la masse de fulminate préparée, ainsi que la masse correspondante de nitrate de potasse. Celle-ci est de moitié moindre que la première, en sorte que le mélange contient deux parties de fulminate sur une de nitre.

Le mélange terminé, on enlève la pâte avec la spatule; mais, quelque soin que l'on apporte à cette dernière opération, il est presque impossible qu'on ne laisse pas sur les côtés de la table, dans les petites anfractuosités qui peuvent exister à sa surface, un peu de

matière fulminante, que la dessiccation rendrait très-facilement explosible. Nous pourrions répéter encore ici ce que nous avons dit pour le mastic des allumettes ; aussi faut-il avoir soin de laver la table avec une éponge immédiatement après chaque opération, et comme l'éponge elle-même pourrait garder dans ses lacunes de la matière détonnante, il faut, lorsqu'on s'en est servi, la nettoyer en la plongeant et la malaxant dans un seau d'eau.

M. Gaulthier de Claubry a insisté avec raison sur le danger qu'il y aurait à tenter d'écraser directement les *grainettes* que l'on obtient pendant les opérations qui viennent d'être décrites. Les accidents ne pourraient être évités. Voici comment on parviendra à tirer parti de ces *grainettes* sans courir aucun danger : on mouillera uniformément avec une éponge une terrine vernissée, sans défauts ; on y jettera de la pâte fulminante mouillée, du *pulvérin* provenant des mêmes opérations, puis de la grainette, que l'on recouvrira encore de pâte mouillée, de manière à remplir la terrine à moitié. On abandonnera le mélange pendant la nuit, et le lendemain on relèvera avec la main toute la matière d'un côté de la terrine, et au moyen d'une spatule en corne on opèrera avec précaution le mélange sur l'autre côté.

Cette pâte, de même que la pâte humide résultant du broyage ordinaire, doit être portée aussitôt au séchoir où elle est divisée, et placée sur des étagères.

§ II. GRAINAGE DE LA POUDRE.

Lorsque la matière fulminante a été suffisamment *ressuyée* au séchoir, on la *graine* sur un tamis de crin posé au-dessus d'une table de bois, en la pressant légèrement avec la main. Cette opération n'est pas moins périlleuse et n'exige pas moins de précautions que la précédente. Un frottement trop fort, surtout s'il se trouvait dans la masse des parties trop desséchées, entrainerait une explosion, et M. Gaulthier de Claubry assure qu'un accident qui a causé la destruction d'un atelier et la mort de deux ouvriers, a été produit par cette cause. Aussi, comme, malgré tous les soins, la masse qu'on tamise arrive facilement à un degré de dessiccation qui la rend dangereuse, il est très-important de ne placer sur le tamis qu'une quantité peu considérable de poudre, et de faire passer le tamis lui-même à l'eau après chaque opération, et aussi avant le tamisage lorsqu'un certain laps de temps s'est écoulé entre deux opérations. M. Gaulthier de Claubry conseille de garnir d'une lame de plomb le rebord inférieur du tamis, afin d'éviter les détonnations qui auraient lieu si le tamis, échappant des mains, tombait sur la poudre déjà grainée.

Nous avons dit qu'on grainait sur une table en bois; cependant, M. Gaulthier de Claubry pense qu'il vaut mieux recouvrir cette table d'une toile cirée noire, bien tendue, qui permet d'apercevoir facilement les plus petites quantités de poudre, et de les enlever facilement avec l'éponge mouillée. On ren-

drait encore, suivant le même auteur, l'opération moins dangereuse en étendant sous la toile cirée deux ou trois doubles d'étoffe de laine épaisse, sur laquelle le choc du tamis ou d'un autre corps dur serait sans inconvénient.

La poudre grainée, mêlée de pulvérin est versée dans une boîte de fer-blanc de 30 à 35 centimètres (11 à 13 pouces), dont les angles sont recouverts de *congés* pour éviter que des particules de poudre ne s'enfoncent dans les angles; on agite la poudre dans cette boîte pour donner un peu de consistance au grain. M. Gaulthier de Claubry conseille de coller dans la boîte des feuilles d'étain, comme celles dont on se sert pour recouvrir le chocolat, afin de rendre le nettoyage plus facile. Enfin, dans le but d'éviter les explosions qui pourraient être produites par des grains de poudre interposés entre le couvercle et la boîte, le même auteur conseille de recouvrir les bords d'une lame de plomb de 1 millimètre (demi-ligne) d'épaisseur.

§ III. DESSICCATION.

Pour sécher la poudre grainée, on la place sur des feuilles de papier gris, dans des caisses de bois blanc, qu'on porte à l'étuve et qu'on dispose sur des tablettes étagées.

L'administration défend de placer des caisses de poudre sur la tablette la plus élevée, afin d'éviter les explosions qui pourraient résulter de la chute de fragments de plâtre ou autres substances détachées du plafond de l'étuve.

§ IV. SÉPARATION DE LA POUDRE ET DU PULVÉRIN.

Lorsque la poudre est suffisamment sèche, on la rapporte à l'atelier de grainage, où elle est versée sur un tamis de crin qui en sépare le pulvérin.

§ V. CONSERVATION DE LA POUDRE DANS LA POUDRIÈRE.

Lorsque la séparation de la poudre et du pulvérin est faite, on introduit la poudre, à l'aide d'un entonnoir de carton, dans des bouteilles qui ne doivent pas en contenir plus de 5 kilogrammes (10 livres.)

Ces bouteilles doivent être entourées de tresses de jonc recouvertes d'une peau, et placées sur une étagère convenablement disposée.

Lorsqu'on veut employer la poudre pour la préparation des amorces, dont nous allons maintenant parler, on commence par la transvaser. On la verse au moyen d'un entonnoir de carton, des bouteilles qui la contenaient, dans de petites bouteilles en cuir vernissé. Celles-ci sont portées dans l'atelier de charge et placées dans une boîte garnie de cuir, à côté de chaque ouvrière, qui en prend selon les besoins de son travail. Nous insisterons sur les précautions qu'exige cette partie de la fabrication.

§ VI. PRÉPARATION DES AMORCES.

La poudre terminée et bien sèche, est apportée de la poudrière dans l'atelier *de charge*, où se fabriquent

les amorces. On commence, comme nous venons de le dire, par transvaser la poudre, et il importe de ne jamais pratiquer cette opération dans la poudrière, mais en plein air seulement, et la porte de la poudrière étant refermée. On verse la poudre dans les bouteilles de cuir, qui ne doivent jamais contenir que la quantité de poudre nécessaire à une partie du travail de la journée. Ce transvasement doit être opéré sur une table en bois, couverte de toile cirée noire bien tendue, placée elle-même sur deux ou trois épaisseurs d'étoffe de laine.

Les *capsules* sont fabriquées séparément (1), et nous n'avons pas à nous occuper ici de cette partie de la fabrication ; disons seulement qu'on les fait en cuivre mince embouti à la mécanique, et qu'on les remet aux ouvrières, qui les rangent et les disposent dans un instrument appellé *main*, qui sert à les amorcer, c'est-à-dire, à les charger de poudre fulminante (2).

(1) On sait qu'aujourd'hui, dans les fabriques, pour empêcher le *crachement* des capsules, on refend ordinairement les bords en quatre, jusqu'à la moitié de leur hauteur, et on pratique aussi dans le piston une échancrure dirigée en avant du côté du canon du fusil.

(2) On lit dans le tome I du *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, publié par M. Laboullaye, à l'article *Fulminates*, la note suivante :

« En France on a calculé qu'en moyenne, 1 kilogramme de mercure produit 1 kilogramme 1/4 de fulminate qui suffit pour préparer 40,000 capsules. Voici le procédé de préparation : on broie le fulminate avec 30 p. 100 de son poids d'eau, sur une table en marbre avec une molette de bois, et on y incorpore six dixièmes de son poids de

Lorsque la *main* qui renferme cent capsules a été convenablement chargée, elle est passée à un ouvrier, qui la place sous la *presse*.

Il est aisé de comprendre que cette dernière opération est une de celles qui doivent donner lieu à la plupart des accidents ou du moins aux détonnations les plus fréquentes, au moment où la presse agit.

Plusieurs accidents ont appris combien il importe que la presse sous laquelle on passe les mains chargées, soit disposée de telle sorte que l'ouvrier ne soit pas devant elle lorsqu'il fait agir le levier, afin que si une détonnation a lieu, il puisse éviter au moins le choc de la main projetée. Il y a une dizaine d'années qu'un accident dû à l'imprudence d'un ouvrier eut lieu de la manière suivante dans la fabrique de MM. Goupillat et Delion, aux bruyères de Sèvres : L'ouvrier de presse éprouvant quelque difficulté à faire passer une *main*, quitta sa place afin d'agir plus efficacement sur le levier. Tandis qu'il pressait, une violente détonnation eut lieu, et une femme placée vis-à-vis de la presse eut une main emportée et reçut plusieurs autres blessures graves; heureusement une bouteille pleine, qui était près d'elle, ne fulmina pas. L'ouvrier imprudent fut préservé.

Pour éviter le renouvellement d'accidents semblables, M. Gaulthier de Claubry donnait le conseil de disposer la presse de manière à ce que l'ouvrier ne

poudre ordinaire. C'est cette pâte que les ouvriers introduisent ensuite dans les capsules. »

pût la faire mouvoir qu'en se plaçant le long d'un des montants. Il conseillait en outre de ne placer aucune des tables des ouvrières occupées à la charge, vis-à-vis des deux faces de la presse ; enfin, de ne jamais déposer de poudre dans cette même direction.

Les tables destinées à la charge doivent être recouvertes d'une toile cirée tendue, reposant sur plusieurs couches d'étoffes de laine; on pourrait également les couvrir d'une lame de plomb, et l'atelier de charge lui-même, dans la partie au moins qui contient la presse et les tables, doit être garni de lames de plomb; le nettoyage est ainsi très-facile, et la poudre n'offre presque aucune chance de détonnation sur ces lames.

Le nettoyage doit être fait avec le plus grand soin après chaque partie du travail.

Les amorces terminées, on les met dans des boites en carton, de 250 à 500, et ces boites sont réunies en paquets de 20 à 40 boites. On doit ensuite ranger celles-ci avec soin dans des caisses solides pouvant contenir 100 à 200 paquets, et dont l'intérieur est garni d'une peau carrée et de dimensions plus considérables que la boite elle-même, de manière à ce qu'elle puisse envelopper tout le contenu.

Cette précaution a pour but de diminuer autant que possible les chances d'accidents qui pourraient se présenter pendant le transport des amorces de la fabrique dans les magasins.

CHAPITRE III.

MESURES ADMINISTRATIVES.

Quoique nous ayons pris soin, en décrivant chaque opération, d'indiquer à peu près toutes les précautions nécessaires pour éviter les accidents, cependant, comme aucun détail relatif à des produits d'un maniement aussi dangereux ne peut être inutile, nous revenons sur ce sujet. Examinons d'abord les mesures qu'il est indispensable de prescrire dans l'intérieur des fabriques, nous examinerons ensuite celles qui sont requises pour le transport, soit de la fabrique aux magasins, soit à l'extérieur par la voie du commerce.

§ Ier. DISPOSITIONS INTÉRIEURES.

L'isolement parfait de chaque atelier doit ici, comme dans les fabriques d'allumettes, être la première condition requise dans la construction d'une fabrique. Ici encore chaque atelier doit comprendre un bâtiment sans étages, composé d'une seule pièce au rez-de-chaussée, lattée et plafonnée. Les murs doivent être construits en charpente et plâtre, sans moellons.

En 1835, à l'époque où M. Gaulthier de Claubry déclarait qu'il existait aux environs de Paris plusieurs fabriques de poudre fulminante qui offraient les plus grands dangers par leur position et par l'incurie qui

avait présidé à leur érection, ce chimiste demandait que l'administration s'assurât de l'état de ces fabriques, et pour l'avenir il demandait qu'aucun établissement semblable ne pût être élevé sans que préalablement on n'eût déposé un plan exact de toutes les distributions intérieures, distributions qui ne pourraient être modifiées sans autorisation spéciale.

A-t-on suivi ce sage conseil, de même que celui qu'avait donné le Comité consultatif des Arts et Manufactures, de ne laisser admettre dans les ateliers qui nous occupent, aucun ouvrier au-dessous de l'âge de dix-huit ans, et d'exiger que la direction du travail fût confiée non-seulement à un contre-maître actif et probe, mais à un homme éclairé et capable par ses lumières d'éviter beaucoup d'occasions de dangers?

L'atelier où l'on fabrique le fulminate doit non-seulement être isolé, mais encore il doit être séparé des autres par une distance assez grande, pour que les produits éthérés, dont l'inflammabilité est si prompte, ne puissent pas transmettre le feu aux autres parties de l'établissement.

Par ce même motif, les *pipes* d'alcool nécessaires à la préparation du fulminate, doivent être conservées le plus loin possible de l'atelier dont nous parlons. La *poudrière* doit être construite aussi le plus loin possible du même atelier. Le *séchoir*, l'atelier du *tamisage* sont, avec les deux ateliers mentionnés plus haut, les parties de l'établissement qui exigent l'isolement le plus parfait et la surveillance la plus active. Enfin, à cause des dangers qu'elles entraînent pour le voisi-

nage, les fabriques de poudre fulminante doivent être *complètement isolées* de toute habitation, éloignées des routes et des chemins, et encloses de murs de tous côtés.

Le Comité consultatif des Arts et Manufactures avait conseillé au préfet de police de prescrire l'hourdage en plâtre du sol des divers ateliers, et l'hourdage des murs en plâtre fin. On sait, en effet, que le fulminate ne détonne pas sur le plâtre, même par le choc. Mais M. Gaulthier de Claubry a fait observer qu'il ne serait pas toujours possible d'apercevoir sur le plâtre le mélange fulminant, à peu près de même teinte, qui y serait répandu; en outre, comme dans l'atelier où se fabrique le fulminate, on fait le lavage des précipités, l'humidité constante du sol ne tarderait pas à dégrader le plâtre, et la matière fulminante répandue à terre finirait par ne pouvoir plus être recueillie; c'est pourquoi ce chimiste conseille de recouvrir le sol d'une lame de plomb, qu'il est toujours facile de nettoyer et sur laquelle la détonnation du fulminate est très-difficile.

La toiture de chaque atelier doit être assez solide pour qu'une détonnation ne puisse la briser.

Enfin, il importe qu'il ne puisse jamais être fait du feu dans aucun atelier, que ces ateliers ne soient ouverts qu'au grand jour, et que l'on ne puisse jamais y entrer ni y travailler à la lumière artificielle.

Séchoir. Nous avons mentionné une disposition exigée par les règlements de police relativement au sé-

choir. Il serait bon aussi que les tablettes qui reçoivent les boîtes de poudre à sécher fussent peu élevées, en sorte qu'on pût atteindre avec les mains aux différentes rangées de boîtes, et porter ou emporter celles-ci sans le secours d'une échelle.

Aucune espèce de travail ne doit être fait dans le séchoir. Les papiers qui ont servi à garnir les boîtes de poudre doivent, après l'enlèvement de celle-ci, être plongés dans l'eau ou dans l'acide hydrochlorique, dans le cas où le fabricant voudrait en retirer le mercure qu'ils peuvent contenir; mais, dans ce cas, il faudrait avoir grand soin de ne pas respirer les vapeurs qui se dégageraient, parce qu'elles contiennent une proportion notable d'acide hydrocyanique.

Tamisage. Quant au tamisage, il faut insister sur le danger des tamis en fils métalliques et sur l'importance qu'il y a à garnir les tamis faits soit en cuir, soit en crin, d'une bande de plomb à leur bord inférieur.

Les délégués du Comité consultatif des Arts et Manufactures avaient pensé qu'il serait beaucoup plus commode et moins dangereux de faire mouvoir le tamis en le tenant suspendu à l'aide de cordes, afin qu'il ne fût pas exposé à échapper aux mains de l'ouvrier : mais, s'il faut en croire M. Gaulthier de Claubry, d'une part cette modification serait plutôt nuisible qu'avantageuse pour la célérité du travail; d'autre part, la difficulté qu'il y aurait à verser la poudre contenue dans le tamis, offrirait d'autres chances défavorables, à cause

surtout de la portion de poudre qui tomberait inévitablement à terre.

Poudrière. Aux précautions déjà indiquées pour la poudrière, nous joindrons celles de ne donner à cette partie de l'établissement qu'une seule ouverture pour l'entrée et la sortie. M. Gaulthier de Claubry propose de fermer cette ouverture à l'aide d'une double porte, avec un espace intermédiaire suffisant. — La poudrière doit être aussi munie d'un paratonnerre.

La poudre contenue dans la poudrière était d'abord enfermée dans des bouteilles en bois ou en cuir : les inconvénients qu'on a reconnus à ces vases ont fait adopter de préférence des bouteilles en verre vert, garnies en tresses de jonc, qui offrent assez de résistance pour qu'elles ne se brisent pas en tombant de la hauteur d'un homme, même étant remplies d'une matière aussi pesante que la poudre fulminante.

« Il ne devrait y avoir dans la poudrière, dit M. Gaulthier de Claubry, qu'une seule rangée de tablettes placée au plus à un mètre de hauteur, afin que l'ouvrier ne fût jamais obligé de monter pour prendre la poudre, et le sol devrait être recouvert d'une lame de plomb.

» La clef de ce dépôt ne doit jamais sortir des mains du directeur de l'établissement ou du chef de l'atelier. C'est un point sur lequel on ne saurait trop appeler la responsabilité du fabricant. »

Transvasement. L'une des opérations qui exigent en quelque sorte un redoublement de cette surveillance

si nécessaire à toutes les parties de la fabrication qui nous occupe, c'est le transvasement de la poudre qu'on tire de la poudrière pour la porter dans l'atelier de charge. On comprend les formidables explosions qui pourraient avoir lieu si ce transvasement était pratiqué dans la poudrière même ; c'est pourquoi il faut qu'il soit opéré non-seulement au dehors, mais encore à une distance convenable de la poudrière, et après que la porte de celle-ci a été fermée.

M. Gaulthier de Claubry a demandé que les boîtes dans lesquelles les ouvriers placent les petites bouteilles de poudre soient garnies de cuir rembourré en laine ou crin; il a demandé en outre que l'on ne transporte à la fois dans l'atelier de charge que la dixième partie au plus de la poudre qui doit être employée dans la journée.

Aux moyens déjà indiqués de prévenir les ouvriers contre les accidents qui peuvent survenir pendant ces diverses opérations, notamment pendant le *grainage*, le *tamisage* et les *transvasements* des poudres fulminantes, il faut ajouter l'emploi d'un bouclier, assez léger pour n'apporter aucune gêne dans le travail, et cependant assez résistant pour défendre le corps, et particulièrement le visage, des effets des explosions. Déjà quelques essais ont été faits dans plusieurs fabriques, et l'on ne saurait trop insister sur la nécessité de persévérer dans ces tentatives, et d'amener les ouvriers à s'abriter ainsi contre les dangers auxquels ils sont sans cesse exposés.

§ II. TRANSPORT DES PRODUITS FULMINANTS.

A. *Transport de la poudre et du fulminate desséché.*

M. Gaulthier de Claubry pose dans un de ses rapports la question suivante :

Peut-on autoriser la fabrication de ce produit (la poudre fulminante) dans une localité plus ou moins éloignée de celle où il doit subir les préparations nécessaires pour la confection des capsules?

Voici sa réponse, à laquelle nous adhérons complètement :

« Lorsque M. Gevelot obtint de préparer son fulminate dans un atelier sis au bas du Calvaire, sur le bord de la Seine, et qu'il était obligé de le transporter aux Moulineaux pour confectionner les capsules, des mesures de précaution lui furent prescrites ; mais les délégués chargés du rapport à ce sujet ne pouvaient se dissimuler les terribles conséquences d'un accident qui serait arrivé pendant le transport. Aujourd'hui que cet établissement a été détruit, il est extrêmement important que l'administration n'accorde plus l'autorisation d'en former de semblables ; à plus forte raison, ne doit-il jamais être permis de transporter des poudres ou du fulminate desséché.

» Quoique conduits dans une voiture bien fermée, traînée par un homme, les vases en bois ou en faïence recouverts d'un parchemin ou d'une peau, et renfer-

mant le fulminate humide, pouvaient donner lieu à une violente détonnation; il eût suffi pour cela qu'une corde se rompît, que quelque déchirure à la peau ou au parchemin laissât passer une petite quantité de fulminate, et par-dessus tout, que la voiture se brisât, versât ou fût accrochée par une autre; car, non-seulement alors le fulminate aurait pu être répandu dans l'intérieur de la voiture, mais sur la route, et d'ailleurs il est toujours très-dangereux de laisser transporter des masses considérables de matières fulminantes sans qu'elles soient gardées et préservées d'un enlèvement.»

A ces motifs, présentés il y a environ dix ans par M. Caulthier de Claubry, on pourrait en joindre d'autres qui conduiraient également à démontrer l'utilité de l'interdiction absolue de transporter hors des fabriques le fulminate desséché; mais comme il serait superflu d'insister sur ce point, nous passons à quelques autres questions non moins sérieuses qui se rattachent à l'emploi de divers produits des fabriques de poudres fulminantes.

Nous avons dit qu'on avait songé à tirer parti de produits volatils résultant de la préparation des fulminates. On sait même qu'un fabricant prit un brevet d'invention pour l'extraction de l'alcool des liquides éthérés, et que cette extraction a fourni une assez grande quantité d'alcool pour qu'on pût le livrer à la consommation.

Cet alcool a été examiné avec soin par M. Gaulthier de Claubry, qui n'y a pas trouvé de traces d'acide cyanhydrique; toutefois, ce chimiste reconnaît que, bien

que la réaction chimique qui a lieu, doive décomposer tout l'acide qui existe dans les liqueurs éthérées, cependant un manque de soin dans la conduite de l'opération ou un accident quelconque suffiraient pour qu'une quantité plus ou moins considérable d'acide cyanhydrique passât avec l'alcool, et l'on comprend dès lors combien l'usage de ce dernier deviendrait dangereux.

Aussi M. Gaulthier de Claubry a-t-il eu raison de répondre négativement à la question adressée par la direction des contributions indirectes, à savoir : Si les alcools ainsi obtenus peuvent être livrés à la consommation comme boisson. Voici en quels termes la question a été résolue par le chimiste dont il s'agit : « Si, dit-il, l'alcool dont il est question devait être consommé en entier pour la préparation des fulminates, l'usage n'en présenterait aucun inconvénient; il en serait de même si on le faisait servir à la confection du vernis et de quelques produits chimiques qui se préparent à une température élevée et dans lesquels il ne reste aucune portion du véhicule employé pour les obtenir.

» Il s'agit donc de savoir quel moyen doit être employé pour que l'administration puisse être tranquille sur l'emploi de ce produit, et s'il conviendrait de le *dénaturer* immédiatement, comme on le fait lorsqu'on veut être assuré que l'alcool ne servira pas comme boisson.

» Les substances qui servent à *dénaturer* l'alcool ne présentent aucun inconvénient pour la préparation

d'un grand nombre de produits; mais leur présence nuirait à la préparation des fulminates, et dès-lors il ne reste que deux choses à faire : ou défendre la vente des alcools provenant de cette dernière opération, que les fabricants ne pourront faire servir qu'au même genre d'action ; ou les faire *dénaturer* au moment même de leur sortie de l'établissement. Mais dans tous les cas, l'administration doit employer tous les moyens dont elle peut disposer, pour que, dorénavant, aucune portion de cet alcool ne puisse être livrée à la consommation comme boisson. »

B. Transport et Conservation des Amorces fulminantes.

Nous avons dit comment les capsules achevées sont placées dans des boîtes, réunies elles-mêmes en paquets, lesquels sont enfermés dans des caisses; ces caisses sont portées de la fabrique aux magasins et de là expédiées pour la consommation.

Le transport des fabriques aux magasins est peu surveillé; il est vrai qu'il offre moins de dangers que celui des fulminates ou des poudres seules. Des expériences ont démontré que lorsque, par l'effet d'un choc portant sur une seule capsule, cette capsule détonne, l'explosion ne se communique pas aux capsules voisines. Cependant, si l'on songe aux chances nombreuses de dangers qu'offrirait un paquet de capsules violemment heurté par un corps pesant, ou écrasé sous la roue d'une voiture, on est étonné que le trans-

port qui se fait chaque jour de grandes quantités de matière fulminante, ainsi emprisonnée dans des capsules, n'ait pas excité plus de plaintes.

Mais quoique les accidents paraissent rares, M. Gaulthier de Claubry n'a pas moins eu raison de signaler au préfet de police le transport des amorces fulminantes à de grandes distances, comme un fait digne de toute l'attention de l'autorité. « Des caisses, disait-il, qui sont souvent loin d'offrir toute la solidité convenable, renferment jusqu'à 200,000 capsules et sont journellement placées sur l'impériale des diligences ou sur des voitures de roulage, sans que l'on puisse se douter des dangers que, dans quelques circonstances, pourrait offrir leur détonnation. Ces caisses sont déclarées sous le nom de *quincaillerie*. Il y a quelques années, l'un de nos collègues, M. Barruel, a été appelé à découvrir la cause d'un accident de ce genre, qui avait détruit la voiture d'un roulier avec toutes les marchandises dont elle était chargée ; des circonstances semblables peuvent s'offrir de nouveau et il importe d'en prévenir les désastreux effets. »

Ainsi, M. Gaulthier de Claubry demandait que l'on proscrivît le transport de ces chargements par toute voiture conduisant des voyageurs.

Nous n'avons pas à insister sur les règlements de police qui ont été mis en vigueur sur le point qui nous occupe, ils sont les mêmes que ceux qui régissent le transport des allumettes chimiques; nous les avons indiqués en traitant de ces dernières, et nous renvoyons le lecteur à cette partie de notre travail.

Nous insisterons seulement une fois encore sur les infractions journalières de ces règlements et sur le peu de surveillance dont leur observation est l'objet.

La conservation des *amorces* dans les magasins mériterait aussi plus d'attention qu'on n'y en apporte généralement. M. Gaulthier de Claubry demandait que tous les dépôts d'amorces fulminantes fussent soumis aux conditions imposées aux dépositaires de poudre de chasse, sur les magasins desquels une commission spéciale avait fait quelque temps auparavant un rapport détaillé au préfet de police. Mais nonobstant ces mesures, il n'est que trop vrai que les boîtes de capsules arrivées des fabriques dans les magasins, sont entassées sans précaution aucune et placées dans toutes les parties de l'établissement presque indifféremment : rappelons au moins les mesures réclamées par le Conseil de Salubrité : « Les boîtes ou paquets doivent être réunis dans une caisse bien assemblée, garnie de roulettes et de poignées, afin de pouvoir la transporter facilement au-dehors en cas d'incendie : le couvercle doit être fixé avec des lanières en cuir et fermé par le moyen d'une courroie; une peau de basane, d'une dimension convenable pour garnir la boîte et recouvrir les paquets, doit y être placée, mais non fixée, afin que l'on puisse facilement l'enlever pour retirer la poudre qui pourrait y être tombée.

» Cette caisse doit être placée dans une partie du magasin d'où il soit très-facile de l'enlever, et le plus près possible des issues. »

CHAPITRE IV.

APPLICATION DU PAPIER OU DU COTON-POUDRE A LA FABRICATION DES AMORCES FULMINANTES.

Nous avons indiqué les mesures administratives et les nombreuses précautions à prendre pour détruire ou tout au moins diminuer notablement les inconvénients et les dangers inhérents à la préparation et au maniement des poudres fulminantes. C'était là tout ce qu'il était possible de faire lorsque nous avons commencé nos recherches sur le sujet qui nous occupe. Mais depuis lors, la science a fait un pas, et aujourd'hui, grâce à la découverte des produits pyroxyliques, les questions relatives à la fabrication des amorces fulminantes peuvent être envisagées sous un aspect tout nouveau. Il s'agit de savoir, en effet, si l'on ne peut pas arriver à proscrire le fulminate de mercure de cette fabrication et renoncer entièrement à ce produit dangereux, de même que l'on a renoncé au fulminate d'argent et au muriate suroxygéné de potasse?

Si les faits ne sont pas encore assez nombreux, ni l'expérience encore suffisante pour résoudre définitivement cette question, il n'est pas moins vrai que la question a mérité d'être mise très-sévèrement à l'étude, et que les faits présentés à l'Académie par M. Pelouze sont dignes de la plus grande attention. Voici en quels termes s'exprimait ce savant chimiste

dans la séance du 16 novembre 1846, de l'Académie des Sciences :

« Si l'on met sur un tas d'acier une petite quantité de papier ou de coton inflammable, et qu'on l'y frappe avec un marteau, une vive détonnation se fait entendre; mais cependant la plus grande partie de la matière n'a pas été brûlée, et pour que son inflammation soit complète, il faut répéter la percussion un très-grand nombre de fois. La même chose arrive lorsque la pyroxyline introduite dans une capsule en cuivre est percutée dans une arme à piston. La plus grande partie de la substance ne se détruit pas et obstrue la cheminée. L'inflammation ainsi arrêtée ne se communique que rarement à la charge, surtout quand on a employé pour celle-ci de la poudre ordinaire.

» Il est vraisemblable qu'en modifiant la cheminée, on pourrait obvier aux inconvénients d'une combustion imparfaite, et que, d'un autre côté, il serait possible de faire disparaître les désavantages attachés à la pyroxyline dans l'état de désagrégation où elle se trouve dans le coton en flocons ou dans le papier inflammable, de telle sorte que, dans l'un ou l'autre cas, cette matière servît seule à la préparation des amorces fulminantes. En substituant en effet à la pyroxyline sous les formes de papier et de coton, la même substance préparée avec des tissus très-serrés de chanvre, de lin et de coton, on obtient, avec cette matière découpée en petites rondelles et débitée dans des capsules en cuivre, des amorces fulminantes dont la détonnation est aussi forte que celle du fulminate de mercure. »

Les espérances que M. Pelouze avait conçues ne furent pas universellement partagées à l'Académie. M. Dumas ayant eu occasion de rappeler que le pyroxyle, en brûlant à l'air libre, donne des vapeurs nitreuses, observa qu'en ce qui concerne la charge des armes à feu, si l'emploi de la nouvelle poudre peut ne pas avoir les inconvénients que feraient supposer les produits acides de son explosion à l'air libre, dans les amorces au contraire, la formation de l'acide nitreux paraissait inévitable; M. Dumas était disposé à croire que les armes ne résisteraient pas, qu'elles seraient oxydées promptement, si le feu était communiqué à leur charge par les amorces pyroxyliques.

Ces craintes, témoignées par un homme d'une puissante autorité, provoquèrent de nouvelles explications de la part de M. Pelouze.

Dans la séance du 30 novembre, ce chimiste affirma que depuis trois semaines il étudiait l'action des amorces nouvelles sur les armes, et que ses essais avaient été répétés par quelques fabricants et par un armurier, M. Prélat. Or, le résultat de ces expériences était que la pyroxyline n'était pas plus altérante qu'un mélange de fulminate de mercure et de nitre. « Et d'ailleurs, dit M. Pelouze, cela n'a rien qui doive étonner..... Pourquoi des vapeurs nitreuses, en supposant qu'elles se forment toujours avec la pyroxyline, ce qui est fort douteux, altéreraient-elles plus les armes que le sulfure de potassium, dont la formation dans les canons et dans les cheminées avec

la poudre ordinaire est constante? *A priori*, ne croirait-on pas, au contraire, que, toutes choses égales d'ailleurs, la présence d'un corps solide, adhérent, doit nuire plus que celle d'un gaz? Mais enfin, je comprends qu'on puisse se tromper à cet égard, et je me borne à répéter qu'il faut attendre, pour se prononcer dans ces sortes de questions, le dire des praticiens. »

M. Pelouze soutint encore que la différence établie par M. Dumas entre la combustion du pyroxyle dans le canon d'une arme et celle qui a lieu dans une capsule, pourrait bien ne pas exister. « Une amorce fulminante, dit-il, au moment où la pression du chien sur le bord supérieur de la cheminée détermine sa combustion, doit être en communication directe avec la charge, et si celle-ci est de la même nature qu'elle, il est difficile de croire qu'elle donne d'autres produits que ceux même de l'amorce. »

Ainsi, il est permis d'espérer que les inconvénients signalés comme inhérents à la formation de vapeurs plus ou moins acides, dans la combustion de la pyroxyline, n'auront pas plus de gravité que n'en a la formation du sulfure de potassium dans l'emploi de la poudre ordinaire.

Les expériences nouvelles, confirmant celles de M. Pelouze, ont montré que si le coton-poudre employé seul comme amorce d'une arme à piston réussit mal, comme nous l'avons dit, ce coton, comprimé avec quelques grains de poudre ordinaire dans des capsules neuves, réussit très-bien; que la poudre détermine la combustion de la totalité de la pyroxyline,

et que l'inflammation se communique facilement à la charge. Le charbon et le soufre associés de même à la pyroxyline paraissent aussi donner de très-bons résultats.

Les renseignements qui précèdent, tout incomplets qu'ils sont, doivent suffire pour appeler sur l'importante application proposée par M. Pelouze, toute l'attention des personnes intéressées à l'industrie des amorces fulminantes. M. Pelouze a promis de poursuivre cette étude et de faire connaître prochainement ce que l'expérience lui aura enseigné touchant les nouvelles amorces.

On sait que M. de Vrij, professeur de chimie à Rotterdam, a reconnu que l'amidon, qui, traité par l'acide nitrique mono-hydraté, se gonfle en se transformant en xyloïdine, ne se gonfle pas du tout dans un mélange à volumes égaux d'acides nitrique et sulfurique, mais se transforme en pyroxyline, qui a toutes les propriétés du coton traité de la même manière. On sait aussi que la pyroxyline se dissout dans l'acide nitrique mono-hydraté, à l'aide d'une chaleur de 80 à 90 degrés centigrades, et que, d'après le même chimiste, si l'on ajoute de l'acide sulfurique concentré à cette dissolution, en agitant continuellement, toute la pyroxyline est précipitée en flocons blancs, sans perte appréciable de poids et avec toutes ses propriétés primitives, excepté la forme. Il s'agit de savoir maintenant si cette forme pulvérulente, sous laquelle on obtient la pyroxyline en séchant ces flocons blancs, ne pourra pas être utilisée dans l'appli-

cation de ce produit à la préparation des amorces fulminantes. M. de Vrij a posé la question, mais ne l'a pas résolue.

Nous pourrions nous étendre davantage sur ce sujet, mais nous pensons qu'il ne faut pas devancer l'expérience ; on saura dans un avenir prochain si l'application proposée par M. Pelouze tient réellement ses promesses. Ce sera alors le moment de reprendre cette question, et de l'envisager sous toutes ses faces et dans toutes ses conséquences.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

ALLUMETTES CHIMIQUES.

BAR-SUR-SEINE. — IMPRIMERIE DE SAILLARD.



AVIS.

—

...airie, entièrement consacrée aux Sciences et à l'In-
...rnira aux amateurs tous les ouvrages anciens et
... ce genre, publiés en France, et fera venir de
...us ceux que l'on pourrait désirer.

...es qui auraient quelque chose à faire parvenir dans
... sciences et des arts, soit pour la *Collection des*
...*et*, soit pour la rédaction du *Technologiste*, etc.,
...le l'envoyer *franco* à l'adresse de M. Roret, rue
... 12, à Paris.

et M. Fellens. Ouvrage adopté par l'Université. 1 fr. [illegible]

Exercices (latins-français) par les mêmes. 1 fr. 80

Cours de thèmes pour les sixième, cinquième, quatrième, troisième et seconde classes, à l'usage des colléges, par M. Planche, professeur de rhétorique au collége royal de Bourbon, et M. Carpentier. *Ouvrage recommandé pour les colléges par le Conseil de l'Université.* 2e édition, entièrement refondue et augmentée. 5 vol. in-12. 10 fr.

Avec les corrigés à l'usage des maîtres. 10 vol. 22 fr. 50

On vend séparément les volumes de chaque classe, ainsi que les corrigés correspondants :

Les thèmes, 2 fr.; les corrigés, 2 fr. 50.

Cours de thèmes pour la 7e et la 8e, par MM. Noel et Fellens. 1 vol. in-12. 1 fr. 50

Corrigés pour les 7e et 8e. 1 fr. 50

Grammaire française (Nouveaux éléments de la), par M. Fellens. 1 vol. in-12. 1 fr. 25

OUVRAGES DE M. MORIN.

Géographie élémentaire ancienne et moderne, précédée d'un Abrégé d'astronomie. In-12, cart. 1 fr. 80

Œuvres de Virgile, traduction nouvelle, avec le texte en regard et des remarques. 3 vol. in-12. 4 fr.

Bucoliques et Géorgiques. 1 vol. in-12. 1 fr. 50

Principes raisonnés de la langue française, à l'usage des colléges. Nouv. éd. In-12. 1 fr. 20

— de la langue latine, suivant la méthode de Port-Royal, à l'usage des colléges. 1 vol. in-12. 1 fr. 25

